

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

TESIS: INDUSTRIALIZACION DE TAMARINDO  
(TAMARINDUS INDICA)

ENRIQUE JIMENEZ DELGADO

CARRERA: QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

1983



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# INDICE

	Página
I.- INTRODUCCION	1
II.- GENERALIDADES	3
2.1 Características botánicas	3
2.2 Producción	4
2.3 Maduración y cosecha	5
2.4 Usos	7
2.5 Composición química	9
III.- ANTECEDENTES	14
3.1 Jugo clarificado	14
3.2 Extracto blando	15
3.3 Producto en polvo	15
3.4 Bebida gasificada	17
3.5 "Vino" o fermento	25
3.6 Pectinas de semilla de tamarindo	28
3.7 Taninos de cáscara de tamarindo	33
IV.- MATERIALES Y METODOS	35
4.1 Obtención y preparación de la fruta	35
4.2 Métodos de análisis	35
4.3 Métodos de obtención de los productos	47
4.3.1 Desarrollo para la obtención de jugo clarificado	47
4.3.2 Desarrollo para la obtención de refresco instantáneo en polvo	48
4.3.3 Desarrollo para la obtención de bebida gasificada	50
4.3.4 Desarrollo para la obtención de "vinos" o fermentos	53
4.3.5 Obtención de substancias pécticas a partir de semilla de tamarindo	55
4.3.6 Determinación de taninos a partir de la cáscara de tamarindo	56
V.- RESULTADOS	57
5.1 Jugo clarificado	69

	Página
V.- RESULTADOS	67
5.1 Jugo clarificado	69
5.2 Refresco instantáneo en polvo	74
5.3 Bebida gasificada	77
5.4 "Vinos"	80
5.5 Extracción péctica de la semilla	89
5.6 Determinación tánica de la cáscara	89
VI.- CONCLUSIONES	95
VII.- RECOMENDACIONES	98
VIII.-BIBLIOGRAFIA	99

## I. INTRODUCCION

La generosa ecología de México posee condiciones geográficas y climatológicas propias para la propegeación, el desarrollo y cultivo adecuado del tamarindo, ya que con relativa facilidad puede adaptarse a zonas de tropico seco y con poca precipitación pluvial, no obstante a lo anterior, el tamarindo se explota en cantidades mínimas en el país porque no es nada extraño que al hablar de ciertos frutales se repita, invariablemente, que su propagación se caracteriza por raquítica, que aún cuando las condiciones naturales propician su desarrollo, éste permanece estancado y que las necesidades de una creciente población, que hacen posible una demanda costeable, no son satisfechas en la proporción conveniente, y además a fuerza de repetirse, nos hemos acostumbrado de tal modo a esta situación, que ya nuestras carencias nos parecen completamente lógicas y suponemos que la solución a ellas habrá de venir espontáneamente sin que participemos con nuestro trabajo y sin que nos esforcemos en tratar de comprender la verdadera esencia de nuestros problemas y las posibilidades reales para superarlos.

El tamarindo se estima que tiene gran demanda, precisamente, por los usos tan variados a que puede aplicarse dentro de la industria; aún cuando también se consume como fruta fresca, en helados, paletas, dulces, pulpa azucarada o salada, jarabes y bebidas refrescantes.

Con el fin de mejorar el aprovechamiento debido a su demanda en el mercado y a las múltiples posibilidades de proceso, el objetivo de este trabajo radicó en el desarrollo de productos industrializados a base de tamarindo; inclusive las partes consideradas como desechos (semilla y cáscara), dichos productos son:

- 1.- Jugo clarificado de tamarindo
- 2.- Producto instantáneo en polvo de tamarindo
- 3.- Bebida gasificada de tamarindo
- 4.- "Vino" o fermento de tamarindo
- 5.- Péctina (extraída precisamente de la semilla de tamarindo)
- 6.- Acido tánico (extraído de la cáscara de tamarindo).

Estableciéndose sus formulaciones en base a los aspectos fisicoquímicos, organolépticos y de legislación.

Con el desarrollo del objetivo se pretende ampliar los aspectos de industrialización y ciertamente los de conservación y con ello el mercado de consumo del tamarindo en el país.

## II. GENERALIDADES

### 2.1 Características botánicas.

El tamarindo es un gran árbol que en condiciones favorables crece a una altura de 25 metros, que tarda de 10 a 12 años en madurar y producir frutos.

El nombre científico es *tamarindus indica*, pertenece a la familia leguminosa, subfamilia *Caesal pinoidae*, tribu *Amherstiae*, género *Tamarindus* y especie *indica* (1).

Es un árbol tropical de madera compacta y frondoso, el follaje se extiende a un radio de hasta 12 metros y el tronco puede llegar a tener una circunferencia de 7.4 metros, tiene una corteza externa áspera y agrietada de color grisáceo, las ramas jóvenes son gris claras o pardo grisáceas. El conjunto del follaje es verde brillante, ligero y tiene la distribución de sus hojas en un vástago a manera de pluma, alternas paripinadas, de un largo aproximado de 7.5 cm a 15 cm y cada uno tiene de 10 a 20 pares de hojitas o folíolos, opuestos, de 1.2 cm a 2.5 cm de largo y de 5 mm a 6.3 mm de ancho, de color verde pálido con base desigual y ápices redondeados. Las flores son poco visibles ya que son muy pequeñas, crecen en racimos terminales hasta de 10 cm de longitud con 2.2 cm de diámetro, tienen 5 pétalos, tres nacen en el extremo de la flor, son grandes, ovalados, de color amarillento pálido matizados de rojo anaranjado, de 0.5 a 1.0 cm de longitud y dos pétalos pequeños y angostos reducidos a pelusa. Los capullos de la flor son de color rosa debido al color externo de los sépalos que se desprenden cuando la flor se abre (1).

Los frutos son vainas curvadas, oblongas e irregulares, que crecen en gran abundancia y su tamaño varía de 5 cm a 18 cm de largo y de 1.9 cm a 3.2 cm de ancho, hay excepciones (2). La corteza que encierra la pulpa es café-canela o café grisácea y al principio tiene una piel suave verdosa; la pulpa muy ácida y las semillas subdesarrolladas son de color blanquizco. A medida que maduran las vainas se llenan un poco más y la pulpa ácida y jugosa se vuelve café o café-rojiza, entonces la piel se convierte en una cáscara quebradiza y la pulpa se deshidrata hasta adquirir la apariencia de una pasta cubierta por algunos hilos de fibra gruesa que se extienden a lo largo del tallo (1).

Las semillas ya bien formadas son duras, ovaladas o cuadradas de 9.2 mm a 12.7 mm de longitud, unidas entre sí, con fibras que se encuentran en la pulpa, y cubiertas individualmente por una especie de membrana (2).

El tamarindo se clasifica en dos tipos de acuerdo a su color: rojo y café, en México se denomina de acuerdo con el lugar o Estado donde se produce; el tipo café es el más común produciéndose comercialmente en abundancia. Los tipos se obtienen a partir de clones, que son seleccionados según las características que se desean y que a continuación se enlistan:

- a) Número de vainas
- b) Tamaño de la vaina
- c) Acidez
- d) Número de frutos por racimo
- e) Coloración de la pulpa
- f) Adaptación del clón al medio ecológico
- g) Grosor y altura del árbol
- h) Resistencia a plagas y enfermedades
- i) Rendimiento promedio del clón (2).

Un buen árbol produce aproximadamente 200 kg de fruta por cosecha y casi el 50% es pulpa ácida, el resto corresponde a cáscara, semilla y fibra.

El tamarindo es un frutal que se desarrolla con el mínimo de los cuidados, pero es necesario someterlo a un cultivo racional, con fertilizaciones adecuadas y todas aquellas labores inherentes a un huerto bien atendido (1).

## 2.2 Producción.

El tamarindo tiene gran distribución en las zonas tropicales y subtropicales de México, próspera en terrenos áridos con poca atención técnica, realizándose su multiplicación generalmente por semilla ya que presenta la ventaja de tener un porcentaje alto de germinación (3)(4).

El tamarindo se encuentra en lugares con clima tropical semiárido y en clima tropical, si el suelo está drenado. También próspera en clima cálido-humedo, sin estación seca bien definida y sin estación invernal. El clima es importante durante el período de desarrollo de la fruta, que cuando es joven es muy sensible al frío, por el contrario en estado adulto soporta sin daños temperaturas de 2°C (1). Además este fruto evoluciona bien en terrenos profundos con buen drenaje, de textura migajón arcillo-arenoso y pH de 6.2 a 7.5, puede sin embargo vegetar en suelos relativamente pobres y crecer en terrenos calcáreos siempre y cuando se le de una buena fertilización y se cuente con agua para riego en períodos de sequía (4). A este respecto el riego debe proporcionarse cuando menos durante los dos primeros años de vida de las plantas. En el caso de cultivo a base de riego permanente, debe tenerse

en cuenta que el tamarindo es un árbol de hoja perenne o siempre verde y que entre este tipo de vegetales, es el menos exigente de agua (3).

En la actualidad, debido a la introducción al país del nuevo sistema de riego por goteo, las posibilidades económicas del cultivo se amplían considerablemente por varios conceptos:

a) La oportunidad de establecer huertos de tamarindo en zonas de tipo de de sértico donde el abastecimiento de agua es muy reducido, puesto que las cantidades de líquido necesarias para el riego se reducen enormemente.

b) Es posible proporcionar a los tamarindos los fertilizantes en disolu ción a través de las líneas de riego, con el máximo aprovechamiento de los mismos.

c) Con el riego por goteo se elevan considerablemente los rendimientos de los árboles, la calidad del producto final y con una cantidad mínima de a gua, puede quintuplicarse el área de plantación, si comparamos el nuevo sistema de riego con los que se emplean hasta ahora: gravedad y aspersión (1).

Para establecer un criterio sobre las posibilidades de plantación es ne cesario observar su desarrollo en las zonas aptas para su cultivo. En terrenos con topografías irregulares deben efectuarse las plantaciones en curvas de nivel. En terrenos planos es conveniente hacer un barbecho profundo y un rastreado para desmenuzar los terrenos y tener un suelo más parejo. En plantaciones técnicas se utilizan sistemas de marco real o tres bolillos, de pendiendo éstos de la disponibilidad del terreno. La distancia común entre plantas varía de 8 a 15 metros, siendo su polinización entomófila (5).

Es recomendable realizar un análisis del suelo para determinar las formulaciones de fertilizantes propias para cada huerto (2).

Es necesario obtener datos del pH del suelo con el objeto de tratar de mantenerlo alrededor de 7.5, ya que el árbol es ávido de calcio (1).

En plantaciones nuevas durante los primeros años debe aplicarse nitrógeno y fósforo en dosis apropiadas, esto ocurre cuando el árbol tiene una edad de 8 a 10 años. Las deficiencias de elementos menores pueden cubrirse con aspersiones foliares (1).

Como lo muestra el cuadro 1, en el país los estados de mayor producción son Guerrero, Chiapas, Oaxaca, Colima y Veracruz donde las superficies de cultivo de tamarindo se incrementan año con año.

### 2.3 Maduración y cosecha.

Según los cambios morfológicos y físicos en el desarrollo del fruto de

Cuadro 1.- Producción Nacional de Tamarindo

AÑO	SUPERFICIE ( Ha. )	PRODUCCION ( Ton. )
1974	2 738	25 257
1975	3 146	27 859
1976	3 746	32 674
1977	3 831	33 165
1978	4 137	35 344
1979	4 443	37 524
1980	7 887	46 715
1981	7 485*	38 540*
1982	7 320*	53 436*

(\*) Estimaciones anuales de producción

Fuente: Datos obtenidos en el Departamento de Desarrollo Comercial de la Comisión Nacional de Fruticultura.

tamarindo después de la antésis (amarre) se puede distinguir tres períodos críticos de crecimiento:

- 1.- Premaduración ( 62.9% )
- 2.- Maduración ( 20.0% )
- 3.- Sazonamiento ( 17.1% )

En la premaduración hay actividad metabólica importante tanto de reservas como de productos de la fotosíntesis, que acarrea como consecuencia un aumento en tamaño, a una velocidad de crecimiento de 0.93 mm/día (6).

La actividad metabólica se evidencia por un valor máximo de la velocidad respiratoria a la cuarta semana después de la antésis (amarre), seguido por una disminución del ritmo respiratorio sin mostrar etapas críticas, en los sucesivos períodos de desarrollo (6).

El primer cambio visible en la maduración es el color en la epidermis de verde a café, debido a la rápida lignificación por la lignificación en las paredes celulares y la formación de células muertas. Se observa en este período una velocidad de crecimiento de 0.25 cm día aproximadamente, además de ser el período crítico, donde se obtiene los máximos de tamaño, peso, capacidad, agua, espesor y volumen (4).

En el sazónamiento ocurren los siguientes cambios: engrosamiento final tanto en tamaño y en peso que se resume en la velocidad de aprovechamiento de los períodos iniciales, incrementándose en tamaño celular y la cantidad de espacios intercelulares, siendo al final de este período donde se realizan los principales cambios bioquímicos y fisiológicos.

La pérdida acumulativa de peso en frutos cosechados en diferentes etapas de sazónamiento se presentan de la siguiente manera:

31 semanas    33 semanas    35 semanas

El envejecimiento de un fruto es una fase de crecimiento vegetal que se extiende de la plena madurez a la muerte de las células, y que se caracteriza por la acumulación de productos metabólicos y la pérdida de peso.

En el fruto de tamarindo ocurre un efecto de sazónamiento constante, que forma parte de ellos mismos, que por sus características de sabor y dulzor hacen que sea su vida de almacenamiento más duradera, ya que una vez cortado el fruto maduro (35 semanas después de la antésis o amarre), únicamente perderá como máximo el 12.75% del peso original.

El tamarindo presenta un patrón de tipo climatérico donde su deterioro no ocurre tan rápido como en otros frutos, debido a su deshidratación natural y por su composición química (alta concentración de acidez), que actúa como conservador natural, que le ayuda a mantener sus características suaves, que le hacen ser uno de los frutos más gustados (6).

#### 2.4. Usos.

En cuando en México solo se consume el tamarindo como fruta fresca, en otros países de la América Latina y en otros países tiene usos tanto alimenticios como medicinales e industriales (2).

Con varios los usos del tamarindo como alimento. Las semillas, las hojas y las flores pueden ser utilizadas como bases para salsas, curries, ensaladas o sopas (7).

Las hojas son un buen recurso de proteínas, minerales y vitaminas. además de contener un cierto sabor a menta y se emplean como masticatorio (A)-(7).

Los polisacaridos de las semillas de tamarindo tienen aplicaciones alimenticias: mejoran la textura de helados, mermeladas, ates y pastas de pescado; estabilizan cremas, mayonesas y quesos (9).

Las semillas cocidas y pulverizadas se emplean como comestibles, solos o mezclados con harinas o cereales para alimentar al ganado.

Se observa que el 50% de las semillas en el forraje aumentan con satisfacción el crecimiento del ganado vacuno porque retienen agua y aumentan el aprovechamiento de nitratos (10).

De las semillas se extrae un aceite que se menciona como aceptable y de adecuadas cualidades culinarias (11).

En cuestión de dietética la fruta es la que juega el papel más importante y singular.

De la pulpa se hacen una gran variedad de productos. La pulpa azucarada o salada con frecuencia se utiliza como postre y para este propósito es conveniente separar la pulpa de la semilla sin usar agua. El refresco de tamarindo es muy popular en el tropico(1)(2).

La pulpa molida de fruta de tamarindo con la consistencia similar al puré de manzana puede conservarse en refrigeración para emplearse en la elaboración de refrescos o helados, salsa para carnes (aves), pasteles y budines (3).

El jarabe de pulpa se embotella para uso casero o se vende con hielo picado. Así mismo se puede desarrollar una jalea agrídulce y en la actualidad se enlata una mermelada de pulpa de tamarindo (1)(3).

Buscando nuevos usos comerciales para la pulpa de tamarindo, se estudiaría como una futura fuente de:

- ácido tártrico
- alcohol (12% admitido)
- pectina (2.5% permitido)(3).

En la medicina primitiva y en la moderna, el tamarindo es importante ya que es un producto oficial en varias farmacopeas del mundo.

Los preparados de tamarindo se reconocen mundialmente como antitérmi--  
cos en fiebras, como laxantes y carmitivos (medicamentos que favorecen la -  
expulsión de cacas)(1)(3).

El extracto de hojas de tamarindo se pueden emplear como tinte en las  
fábricas de seda, lana y curtidos. sirve para blanquear (8).

La testa de la semilla contiene de 38 a 40% de sólidos solubles, de --  
los cuáles el 80% es una mezcla de sustancias tánicas y agentes colorantes  
que dan la posibilidad que se utilice en tintes, curtidos y adhesivos (12).

La semilla sin testa de tamarindo pulverizada se valoriza mejor en la  
industria textil como sustituto de almidón ya que es más eficiente y econó--  
mico (13). Otros usos industriales incluyen su empleo en impresiones de co-  
lor en textiles, encoladura de papeles, tratamiento de cuero, manufactura -  
de plástico estructural y pegamento para madera. Con frecuencia se usa para  
acerezar (almidonar) mantas. Debido a su carácter hidrofílico y su capaci--  
dad para formar soluciones de alta viscosidad el polvo de semilla sirve co-  
mo un excelente agente cremosos para la concentración de goma latex, actúa  
como estabilizador de suelos y puede usarse en composiciones de ladrillos -  
(12)(14).

La madera por durable y resistente es muy apreciada para hacer muebles  
e instrumentos. La madera es valiosa como combustible y produce carbón para  
la elaboración de pólvora (8)(15).

## 2.5 Composición química.

### 2.5.1 Composición química de la pulpa de tamarindo.

El cuadro 2 corresponde a la composición química de tamarindo por 100  
gramos de pulpa tratada y se elaboró a base de valores reportados por Lefe-  
vre, et al., (1971); Benero, et al., (1972); Félix, et al., (1972); Hasan,  
et al., (1972) y Hernández, et al., (1977).

El cuadro 2, que a continuación se muestra, se elaboró con el fin de -  
tener un mayor conocimiento acerca del tamarindo, y para dar una idea de --  
sus posibilidades de industrialización.

### 2.5.2 Composición química general.

#### 2.5.2.1 Fosfolípidos.

Fosfatidil colina, fosfatidil etanolamina, fosfatidil serina, fosfati-  
dil inositol, ácido fosfatídico y derivados fosfatidil de colina y etanola-

ANEXO 2.- COMPLEJIDAD DEL TANARIVOL P.P. 100 g DE PORCIÓN  
DIGESTIBLE

PROTEÍNAS.....	3.40	g
LÍPIDOS.....	1.00	g
AZÚCARES TOTALES.....	70.80	g
AZÚCARES REDUCTORES.....	41.00	g
ÁCIDO TÁRTRICO LIBRE.....	15.00	g
CELULOSA.....	3.18	g
PENTOSANAS.....	4.80	g
PECTINA.....	4.00	g
TRÍPTOFANO.....	20.00	ug
METIONINA.....	16.00	ug
LISINA.....	155.00	ug
VITAMINA A.....	50.00	UI
VITAMINA B1 (TIAMINA).....	0.59	mg
VITAMINA B2 (RIBIFLAVINA).....	0.19	mg
VITAMINA C (AC. ASCORBICO).....	20.00	mg
AC. NICOTINICO (NIACINA).....	2.14	mg
AZUFRE (S).....	9.00	mg
CÁLCIO (Ca).....	80.00	mg
FOSFORO (P).....	95.80	mg
HIERRO (Fe).....	2.80	mg
MAGNESIO (Mg).....	21.00	mg
MANGANESO (Mn).....	2.40	mg
POTASIO (K).....	787.10	mg
SODIO (Na).....	51.00	mg
CENIZAS.....	2.63	g
CARBOHIDRATOS.....	0.10	mg
VALOR ENERGÉTICO.....	258.00	cal

mina se identificaron a partir de fosfolípidos de aceite de semilla de tamarindo. Fosfatidil colina (FC) y fosfatidil etanolamina (FE) se aislaron por cromatografía en columna y su composición ácida grasa, que se observa en la siguiente tabla, se determinó por cromatografía líquido-gas (16).

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE FOSFATIDIL COLINA Y FOSFATIDIL ETANOLAMINA DE ACEITE DE SEMILLA DE TAMARINDO

COMPOSICION ACIDO GRASO (% EN PESO)

FOSFOLIPIDO	C <sub>16</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>18:1</sub>	C <sub>18:2</sub>	C <sub>20</sub>
FOSFATIDIL COLINA	55.9	----	21.8	22.3	----
FOSFATIDIL ETANOLAMINA	51.6	11.0	6.3	12.1	5.8

FC y FE son los mejores fosfolípidos presentes en el aceite de semilla de tamarindo y constituyen aproximadamente el 60% del total de fosfolípidos (16).

2.5.2.2 Ácidos grasos.

El cuadro 3 muestra la composición de ácidos grasos en el aceite de la semilla de tamarindo (17).

El aceite es singular en su proporción de ácido lignocérico (22.3%). - Sólo se conoce otro aceite con cantidades substanciales de este ácido graso saturado y es de las semillas de madera de coral (17).

Otra cuestión sobresaliente en el aceite de acuerdo con su composición de ácidos grasos es que además de contener alto porcentaje de ácidos grasos saturados, contiene elevado porcentaje de ácido linoléico, una combinación poco común.

El aceite se puede clasificar bajo el grupo de grasa vegetal debido a su gran cantidad de ácidos grasos saturados y a su punto de fusión que es - relativamente alto (17).

2.5.2.3 Aminoácidos y aminas.

Se determinó que el 55% del nitrógeno total de la pulpa es nitrogeno proteico. De los aminoácidos que se encuentran en la pulpa de tamarindo.

FIGURA 3.- COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS EN EL ACEITE DE LA SEMILLA DE TAMARINDO

ACIDOS GRASOS	PORCENTAJE
Acido láurico (12:0)	trazas
Acido mirístico (14:0)	trazas
Acido palmítico (16:0)	14.2%
Acido esteárico (18:0)	5.9%
Acido oleico (18:1)	27.0%
Acido linoleico (18:2)	7.5%
Acido linolénico (18:3)	5.6%
Acido araquídico (20:0)	4.5%
Acido behénico (22:0)	12.2%
Acido lignocérico (24:0)	22.3%

la prolina es la de mayor proporción, así como el ácido pipercolínico y la serina (18).

Se identificaron en las plántulas de tamarindo a la metilenglutamina y al ácido metilenglutámico (19).

2.5.2.4 Acidos orgánicos.

Se identificaron como ácidos presentes en el tamarindo a los ácidos -- tártrico y málico, que representan el 98 y 2 por ciento, respectivamente, de la acidez total (20).

En las vainas de tamarindo se detectó la presencia de ácido dextrotárrico que indica la presencia de una enzima en las hojas que cataliza la -- conversión de meso tártrico a dextrotárrico. A esta enzima se le denomina con el nombre de racemasa tártrica (21).

Ac. mesotárrico



Ac. L (+) tártrico



#### 2.5.2.5 Pigmentos.

Los C-glicosidos considerados como productos obtenidos de la degrada-- ción de la vitexina están presentes en las hojas del tamarindo, se encontró a la vitexina, isovitexina, orientina e iso-orientina (22).

Se reportó a la vitexina como principal antoxantina presente en la pul-- pa de tamarindo, así como a la barbaloína, mangiferina y orientina. El co-- lor de las flores se debe a las xantofilas y a la cianidina 3-glucósido --- (23).

### III. ANTECEDENTES

Desde el punto de vista del procesamiento de este fruto, cabe señalar - que algunos de los posibles derivados, mencionados anteriormente, pueden con siderarse como comercialmente factibles, entre éstos:

#### 3.1 Jugo clarificado.

La extracción a nivel industrial de pulpas y jugos de las frutas gene- ralmente se realizó por medio de prensas neumáticas, extractores de torni- llo, filtros y máquinas centrifugadoras. La técnica utilizada varía de acuer do a la composición y estructura de la fruta (33).

Un jugo recién extraído contiene cantidades variables de restos celula- res con material coloidal, substancia péctica, gomas, proteínas y otros com- puestos. Inicialmente el sistema se estabiliza por la hidratación de las par- tículas por sus cargas eléctricas y por la presencia de pectina soluble. Una clarificación espontánea por lo general sigue de una formación de complejos proteína-tanino, pectatos insolubles y múltiples cambios que dan precipita- dos que contienen materiales suspendidos y otros componentes del jugo (20).

Los sistemas coloidales son inestables en los jugos, la clarificación - natural es lenta, por lo que es necesario acelerar el proceso si se desea ju go clarificado. La clarificación rápida se efectúa al remover las partículas coloidales de materiales pécticos en suspensión debido a la adición de enzi- mas pectolíticas a la fruta y de permitir que el material suspendido de la - mezcla resultante floccule. Después por decantación o filtración se obtiene - el jugo clarificado. Sin embargo, muchas veces se necesita una segunda fil- tración para una completa clarificación (35).

Las enzimas pécticas se emplean en la preparación de los jugos para fa- cilitar el prensado o la extracción y para ayudar en la separación del preci- pitado flocculado por sedimentación, filtración o centrifugación. La necesi- dad del tratamiento enzimático varía con el tipo de fruta y las dificultades de elaboración. La filtración para preparar el jugo clarificado es difícil a menos que la gran cantidad del material que produce el enturbiamiento sedi- mente cuando se emplea enzimas pécticas (36).

Generalmente las enzimas pécticas se disuelven en agua o en el jugo y - se añaden al lote de jugo o pulpa de tal forma que se mezclan bien. Luego de añadir la enzima hay una baja en la viscosidad, la tasa de disminución de és- ta depende de la temperatura, del tipo de enzima y del origen del jugo. Como consecuencia el enturbiamiento empieza a aglomerarse y a floccular, lo cuál -

se observa visualmente. El floculado comienza a sedimentar, entonces surge un sobrenadante claro, que puede tener pequeñas cantidades de material suspendido. El sobrenadante se centrifuga o filtra con ayuda de tierra de diatomáceas, lo que lo clarifica aún más (36).

Existe una gran cantidad de preparaciones de enzimas pecticas comerciales que se usan para la clarificación de jugos. El pH óptimo para las enzimas comerciales de este tipo es de 3.5 a 5.0. Un incremento en la temperatura aumentó la tasa de degradación de la pectina por las pectinasas y por tanto decrece el tiempo requerido para obtener la clarificación deseada. La temperatura donde ocurre una inactivación significativa puede diferir, pero llega a ser tan alta como 60°C. El uso de dichas enzimas ofrece muchas ventajas, tales como: la reducción de viscosidad en las pulpas, al cambiar la estructura de los tejidos permiten una mayor permeabilidad, sedimentan los materiales que causan enturbiamiento e incrementan el rendimiento (34). No obstante se considera que el jugo turbio es más natural y rico en constituyentes volátiles del sabor que pueden perderse durante el proceso de clarificación enzimática (36).

En México la Dirección General de Normas establece la siguiente definición (norma) de jugo de frutas: "Jugo es el alimento obtenido del zumo extraído de las frutas jugosas, frescas, maduras, sanas y limpias sin fermentar ni diluir, al que por procesos adecuados se le ha removido el exceso de pulpa, las semillas, restos de semillas o de otros cuerpos, estabilizado y envasado en caliente antes o después del cierre para asegurar la calidad sanitaria del producto". En donde se permite usar como conservadores dióxido de azufre y benzoato de sodio en cantidades máximas de 0.035 g/ 100 ml y 0.1 g/ 100 ml respectivamente, sin emplear saborizantes, endulcorantes ni colorantes.

### 3.2 Extracto blando.

Extracto blando es un término que nació en el campo industrial y para su obtención se requiere de una concentración de sólidos solubles o totales (70°Brix o más), por medio de una evaporación o destilación simple de agua y sustancias volátiles en el extracto o jugo, que puede estar clarificado o no, con o libre de semillas, cáscaras u otras formas similares.

### 3.3 Producto en polvo.

Como es evidente, en un corto tiempo las bebidas instantáneas en polvo, ocupan un lugar importante en el mercado, por su rápida y fácil preparación

y obtención, costo menor y el tipo de envase proporciona facilidad de manejo y almacenamiento (37).

La evidencia se observa en las cifras de crecimiento de las mezclas en polvo para preparar bebidas, que anualmente es del 50%, aproximadamente (38).

La producción del año de 1977, de este tipo de productos, se calculó en 3000 toneladas, de las cuáles tres marcas comerciales se posicionaron de altos porcentajes en el mercado, y son: Kool-aid (75%), Fresco Royal (10%) y Perk (7%); dejando un 8% para las marcas restantes (38).

La competencia o el mercado competente de los refrescos instantáneos en polvo son los refrescos embotellados, en consecuencia una mayor variabilidad de productos en polvo hace factible una mayor aceptación de consumo.

Las bebidas instantáneas se pueden dividir en: 1) Bebidas para desayuno y 2) Refrescos en polvo. La proporción de uso para las bebidas para desayuno es de 135 gramos de la mezcla para obtener un litro de bebida preparada, excepto en el caso de las mezclas de limón, que requieren una cantidad menor (aproximadamente 105 gramos), para un litro de bebida terminada (38).

La base para refrescos en polvo consiste generalmente de:

Acido cítrico anhidro	22.00 a 25.00%
Fosfato tricálcico	0.03%
Sabor (polvo)	% según indicaciones
Color	% según indicaciones
Azúcar	<u>% a totalizar</u>
	100.000%

Donde la proporción común de uso es: a 6 gramos de esta base se le agregan 200 g de azúcar y 2 litros de agua (37)(38).

El envase para estos productos debe estar perfectamente sellado y cerrado, donde sus funciones deben ser: 1) aislar al alimento del medio exterior para: a) prevenir la contaminación microbiana; b) prevenir el daño físico al alimento; c) proteger al alimento de cambios químicos; y 2) controlar el ambiente interno para: i) mantener una humedad relativa determinada; ii) retener o eliminar oxígeno; iii) evitar las pérdidas de aroma y sabor del alimento; iv) controlar la temperatura parcial del producto (38).

El envase debe resultar atractiva y práctico, donde se debe tomar en cuenta los aspectos técnicos, la funcionalidad de la protección y la facilidad de su manejo, la naturaleza y el uso del producto, la forma comercial de distribución, la cantidad a empaquetar y el peso neto, la forma física y el ta-

maño unitario. Se requiere la estimación del volumen que se vende por intervalos de tiempo, ya que las diferencias en costos por unidad de volumen de los materiales que se envasan, suelen ser muy variables.

Con respecto a la Dirección General de Normas de la Secretaría de Salubridad y Asistencia y al Departamento de Fomento Industrial dependiente de la Secretaría de Comercio se encontró que no existe norma de calidad ni reglamento sanitario específico para una bebida en polvo. Las normas de composición y de calidad sanitaria se establecen a juicio de las Secretarías ya mencionadas, al presentar el producto para su registro legal (41).

#### 3.4 Bebida gasificada o carbonatada.

##### 3.4.1 Sabores para bebidas.

En la actualidad, sólo algunas bebidas carbonatadas que se embotellan adquieren sus materiales saborizantes en forma natural o indefinida.

Los procesos más prácticos de manufactura de sabor, que se basan en un conocimiento científico y control técnico, requieren de seguridad al consumidor, alta calidad y uniformidad absoluta. Después una cantidad considerable de conocimiento, práctica y experiencia es necesaria en la extracción, composición y mezclado de varias esencias. Por lo general, un conocimiento de la naturaleza de los materiales saborizantes principales, de algunos métodos de manufactura y de la forma que se evalúan, es de gran utilidad en la selección de la substancia apropiada para la bebida común embotellada (39).

Materiales saborizantes que se emplean en la fabricación de bebidas carbonatadas son inicialmente: extractos alcohólicos, emulsiones, soluciones alcohólicas y jugos de fruta.

Un extracto es una solución en alcohol etílico de fuerza propia, de color y sabor que se derivan principalmente de una planta aromática o parte de ésta, con o sin material colorante. Algunas veces aceites esenciales o substancias químicas aromáticas disueltas en un disolvente se refieren en la industria de bebidas como extractos (39).

Extractos alcohólicos se producen por percolación de materiales secos finamente molidos con soluciones de alcohol o por lavado inmisible de aceites saborizantes, que se apartan por presión o destilación con una mezcla agua-alcohol, que permite la separación de los aceites. Extractos aromáticos simples se desarrollan de soluciones de aceites volátiles en alcohol diluido.

La cantidad de alcohol que introducen estos extractos a la bebida es de

0.25% en volumen o masa, que depende de la fuerza del extracto.

Las emulsiones se preparan por la emulsificación de aceites esenciales con gomas, por ejemplo goma de acacia, o mezclando con azúcar sin refinar o con jarabe de glicerina, formando una mezcla; la naranja y la cerveza de raíz son muestras de este tipo de sabores (39).

Los jugos de fruta por su singular fuerza o concentración aromática se consideran importantes.

El contenido de agua de los jugos debe removerse por calor y vacío o por congelación y centrifugación para dar lugar a los jugos concentrados -- que tienen la característica de proveer una gran fuerza saborizante al reconstituirse.

Una esencia compuesta se basa en un material natural y quizá se fortifique por la adición de sintéticos. Esencias sintéticas o imitaciones de sabores se producen por varios compuestos químicos (39).

En la elaboración de bebidas con jugos de fruta, la pulpa del jugo obtenido por compresión de toda la fruta contiene comúnmente ingredientes saborizantes, que mejoran el aroma y el sabor de las bebidas terminadas.

En los concentrados la propiedad inherente de los materiales saborizantes y los métodos especializados de manipulación y almacenamiento, abastecen una protección natural contra cambios no favorables, que se atribuyen a microorganismos, separación y oxígeno (39).

Extractos que contengan poco menos del 20% de alcohol podrán permanecer estériles por la acción conservadora de este solvente.

Soluciones acuosas y concentradas se conservan mediante ácidos naturales, y en ciertos casos, este efecto se amplía por el benzoato de sodio.

La pasteurización como una forma de protección de materiales saborizantes contra la acción microbiana se limita un poco por la actividad destructora del calor sobre los sabores.

Algunas precauciones en la manipulación y almacenamiento de sabores naturales y artificiales son:

1) Sabores almacenados en frío y en lugar obscuro. Temperaturas excesivamente altas pueden causar oxidación y rancidez, y temperaturas muy frías pueden ocasionar rompimiento de emulsiones.

2) Guardar cerrados, herméticamente, todos los envases.

3) Guardar en envases originales al almacenar (39).

### 3.4.2 Colorantes para bebidas.

Dado que el público espera una bebida saboreada que sea similar en apariencia a la fruta o vegetal que representa y puesto que muchos materiales -saborizantes tienen muy poco o no tienen material de coloración inherente, - es necesario emplear diversos agentes colorantes artificiales para atraer al consumidor.

Los agentes colorantes se confían a un permiso o certificado que indica que dichos colorantes son absolutamente convenientes para usarse en productos alimenticios. Tal uso por pequeño que parezca requiere que se especifique en la etiqueta de la botella.

El caramelo, que es un color vegetal típico, se recomienda aplicar en -bebidas con características de oscuras a la luz o de color café, como la bebida de cola, la cerveza de raíz y la cerveza de genjibre, la crema de soda y otras bebidas (39).

Agentes colorantes para usarse con éxito en las bebidas carbonatadas deberán tener suficiente poder estandar de coloración, ser estables, no interferir en el sabor y olor y estar libres de contaminaciones biológicas y químicas.

Los colores alimenticios certificados son un grupo especial de tintes -artificiales, que se reconocen como esencias inofensivas cuando se desarrollan en la coloración de materiales alimenticios.

Las regulaciones concernientes a los químicos que se permiten en las coloraciones de alimentos difieren en varias partes del mundo. Es esencial que el embotellador se familiarice con las regulaciones de cada área antes de emplear, tan solo, un procesamiento de sus productos (39).

El gobierno de E.U.A. permite, por ejemplo, sólo siete colores sintéticos para emplearse en productos alimenticios y se recomiendan a los embote-lladores para usarlos.

Los tintes que se producen por reacciones químicas, muchas veces se les llama colores de alquitrán vegetal (carcón vegetal). Cada color que se generá tiene dos nombres, el nombre oficial y el nombre común (39).

### 3.4.3 Acidulantes para bebidas.

Los ácidos que se emplean en bebidas imparten un sabor agrio que contrarresta la dulzura del azúcar y similares o complementos asociados al sabor. Así, el sabor característico de una bebida, se desarrolla en parte a través de su acidulación propia. Los ácidos también ayudan a la conservación.

Todos los ácidos usados en bebidas deben de ser de grado "comestible" o "alimenticio". Los ácidos más comunes son, ácido cítrico, ácido fosfórico y ácido tartárico. Cada uno tienen la propiedad de ser inofensivo y de estar en baja cantidad, de acuerdo a las concentraciones generales que se emplean.

Las diferencias químicas inherentes de varios ácidos causan que tengan diferentes características de sabor y en la sustitución de un ácido por otro, esas diferencias se tienen que considerar.

El ácido tartárico es un poco más ácido en sabor que el cítrico y se desarrolla particularmente en la preparación de bebidas sabor uva.

La calidad y la concentración del ácido son consideraciones muy significativas en la graduación del sabor en la bebida.

La cantidad presente de ácido no dice la historia completa respecto al sabor. La intensidad del acidulante, que se expresa por la concentración de iones hidrógeno, da un panorama más completo. Ciertos sabores y condiciones del agua tienen varios efectos sobre la concentración de iones hidrógeno, de tal forma que se requiere de un ajuste particular para cada sabor.

#### 3.4.4 Antioxidantes.

El oxígeno en el aire, en el espacio superior de la botella, puede combinarse con los elementos del sabor en una bebida cítrica por la presencia de luz solar y produce un cambio notable de sabor, que puede ir de moderado hasta detestable.

El ácido ascórbico es el antioxidante común que puede conservar el sabor en las bebidas pero en presencia de luz solar constante dichas bebidas se pueden decolorar (39).

#### 3.4.5 Agentes edulcorantes.

Desde el enfoque de su uso en bebidas que se embotellan y se carbonatan, los agentes edulcorantes al mezclarse con el sabor, el ácido, etc., pueden abastecer un sabor dulce satisfactorio en los refrescos terminados. Los edulcorantes proporcionan cuerpo, que ayuda a transmitir o acarrear el sabor, y dan energía o valor nutritivo a la bebida.

El azúcar sin color, cuando es puro y se deriva principalmente de la caña de azúcar y de la remolacha, es por mucho el agente edulcorante que más se usa de prácticamente todas las bebidas.

En la actualidad, la química reconoce muchos azúcares, algunos de ellos son dulces como la sacarosa, otros no. El azúcar comercial es 99.90% de sacarosa pura y no contiene casi humedad.

TABLA.- Ingredientes típicos en varias bebidas carbonatadas.

Bebida	Sabores	Color	S Azúcar	Acidez		Carbonatación Vols. de gas
				Acido	Onzas de ácido/ Galón de jarabe	
Agua electropura (mineral).	Bicarbonato de sodio, $\text{Na}_2\text{CO}_3$	---	--	---	---	4-5
Cola	Exto. de nuez de cola, aceites aromáticos saborizantes	Caramelo	11-13%	Fosfórico	0.60	3.0-3.5
Cerveza de jengibre	Raíz y aceite de jengibre, aceite de lima	Caramelo	7-11%	Cítrico	1.00	4.0-4.5
Cerveza de raíz	Vainilla, nuez moscada, clavo o anís, nuez	Caramelo	11-13%	Cítrico	0.25	3.0
Naranja	Aceite y jugo de naranja	Amarillo 6, algunas veces rojo 4	12-14%	Cítrico	1.00	1.5-2.5
Fresa	Aldehído C <sub>16</sub>	Rojo 2	11-13%	Cítrico o tartárico	1.00	2.5
Uva	Metil antranilato y aceite de cogñac, jugo de uva	Rojo 2 y Azul 1	11-13%	Tartárica	0.75	2.5
Durazno	Aldehído C <sub>14</sub>	Amarillo 5	11-13%	Cítrico	1.00	2.5
Cereza	Benzaldehído o aceite de almendra agria	Rojo 2	11-13%	Cítrico o tartárico	1.00	2.5
Limón	Aceite y jugo de limón	Amarillo 5	11-13%	Cítrico *	1.00	1.5
Tom Collins	Jugo de limón	---	7-9%	Cítrico *	2.50	4.0-4.5
Rickey Lima	Jugo de lima	---	8-12%	Cítrico *	1.00	4.0-4.5
Soda Crema	Vainilla o etil vainillín	Rojo 2, Caramelo	11-13%	Cítrico	0.25	2.5

\*Esta acidez no es el resultado de la adición del ácido a los otros ingredientes, pero sí es del ácido natural que se encuentra en el jugo de limón o lima que se emplea como sabor.

El azúcar se distingue por: a) no necesita de otro sabor para endulzar y tiene la habilidad de acentuar sabores; b) es muy soluble en agua; c) es estable en presencia de muchos agentes químicos y d) es de alto valor calorífico como alimento.

La sacarosa es agradable al paladar y es muy asimilable. Podría guardarse casi indefinidamente. Es un carbohidrato y es una de las mejores -- fuentes de energía disponible para el organismo.

En general, las bebidas carbonatadas se consideran como alimentos -- que producen energía, donde el sabor característico y el valor alimenticio dependen de los tipos y cantidades de azúcares en los productos.

En 8 onzas de bebida hay generalmente cerca e media a una onza de -- azúcar que dan entre 70 y 140 calorías de energía y 100 calorías en promedio.

Otros tipos de edulcorantes son la dextrosa, la levulosa y la azúcar invertida, que por lo general se usan en pequeñas cantidades o en conjunto con la sacarosa, pero no encuentran un lugar como agentes comerciales--endulzantes por razones económicas y se consideran productos de procesos--de manufactura corta (39).

#### 3.4.6 Jarabes para bebidas.

La preparación de jarabe es una de las operaciones más importantes -- en la fabricación de refrescos desde el punto de vista de saneamiento como en el control de la concentración.

El objetivo de la elaboración de jarabe es mezclarlo y terminarlo satisfactoriamente, para producir bebidas uniformes de alta calidad.

Azúcar disuelta en agua se refiere como un jarabe simple, donde se -- necesita tener cuidado de la proporción de las cantidades de azúcar y --- agua para que la solución final pueda ser de la fuerza o concentración de seada. Tal fuerza está en un rango de 45 a 65% de azúcar en peso y depende de la fórmula individual.

Cuando un ácido se añade al jarabe, éste último se conoce como jarabe simple acidificado y cuando el jarabe se prepara con la adición y mezcla de todos los ingredientes saborizantes se le denomina jarabe terminado o saboreado (40).

La medición cuidadosa de componentes es necesaria si se quiere mantener uniformidad en el producto final. Registros de operación laboral se -- pueden mantener con, una demanda en conjunto de azúcar, cantidad y densi-

dad de jarabe preparado, porcentaje de azúcar en la bebida, cantidad de jarabe que se emplea y la producción total de bebida.

La pasteurización del jarabe es un proceso que se designa para matar o reducir el número de microorganismos objeccionables. Hay dos combinaciones de temperatura y tiempo que se manipulan: jarabe  $32^{\circ}\text{C}$  a ebullición durante 5 minutos y se enfría; jarabe  $32^{\circ}\text{C}$ , con aproximadamente 1.0% de acidulante, se calienta hasta  $180^{\circ}\text{F}$  y entonces se enfría (39).

La pasteurización no garantiza que el jarabe quede libre de contaminaciones después del procesamiento, sanidad adecuada de almacenamiento y facilidades de manipulación se requieren a través de toda la secuencia operacional.

Altos estándares bacteriológicos para jarabes y azúcares y sanidad escrupulosa se remarcen en la manufactura de bebidas (39).

#### 3.4.7 Carbonatación.

Uno de los factores más importantes, que se refiere al sabor de la bebida terminada, es el contenido de  $\text{CO}_2$  gaseoso o grado de carbonatación.

Cada sabor tiene definidas sus especificaciones de carbonatación, lo anterior se implantó a base de la experiencia y la aceptación del consumidor. Cualquier alteración de la especificación causará una modificación del sabor (40).

Para colocar el gas en la solución, se requiere una presión definida de gas, en una superficie grande líquida. Una vez que el gas se disuelve, se retiene por la presión del envase cerrado.

La disolución del  $\text{CO}_2$  en agua varía de acuerdo a la temperatura y presión bajo las cuáles la mezcla líquida se manipula. La cantidad de gas en el agua incrementa si la presión aumenta o la temperatura decrece. A presión atmosférica y  $60^{\circ}\text{F}$  un volumen dado de agua puede absorber un volumen igual de  $\text{CO}_2$  y se dice que tiene un volumen de carbonatación.

La cantidad de gas que se puede medir por un método común, que computa volúmenes de carbonatación por medio de una carta especial de temperatura--presión, se determinará con facilidad (40).

A  $60^{\circ}\text{F}$  y si el medidor de presión marca "cero", el líquido puede absorber un volumen y cuando dicho medidor muestra 14.7 lbs psi y se conserva la misma temperatura, el líquido tiene a contener 2 volúmenes. Por cada 14.7 lbs psi adicionales en el manómetro, un volumen adicional de  $\text{CO}_2$  se absorbe por el líquido.

La carbonatación deficiente genera un sabor insípido, el cual no es satisfactorio en las bebidas.

### 3.4.8 Aspectos legales para bebidas.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia y la Dirección General de Normas establecen el siguiente reglamento de aditivos para alimentos: Artículo 1.- "Para los efectos de este Reglamento, se entiende por aditivos aquellas sustancias que se añaden a los alimentos o bebidas con el objeto de proporcionar o intensificar aroma, color y/o sabor; prevenir cambios indeseables o modificar en general su aspecto físico"; Artículo 2.- "Sólo se permitirá el empleo de los aditivos en los alimentos y bebidas, cuando se considere estrictamente necesario para la buena elaboración, presentación y/o conservación de los mismos, y nunca para enmascarar defectos de calidad. Las adiciones y cantidades empleadas quedarán sujetas a las disposiciones señaladas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia por los reglamentos respectivos para cada alimento"; Artículo 7.- "Todos los aditivos destinados, a emplearse en la industria alimenticia quedarán sujetos al control que determina la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en lo que se refiere a su fabricación, envase, almacenamiento, distribución, expendio y venta al público"; Artículo 8.- "Los aditivos de que trata este Reglamento, deberán estar libres de descomposición, putrefacción, suciedad u otras contaminaciones y/o alteraciones que las hagan impropias para su consumo".

Respecto a la bebida como tal, las únicas restricciones normativas oficiales son sobre el agua de embotellado (41).

#### "Norma de Calidad para agua de embotellado"

"Alcalinidad	No más de 85 p.p.m. como $\text{CaCO}_3$
Sulfatos	No más de 250p.p.m. como $\text{SO}_3$
Cloruros	No más de 250p.p.m. como Cl
Hierro	No más de 0.1p.p.m.
Manganeso	No más de 0.1p.p.m.
Total Sólidos disueltos	No más de 850p.p.m.
Color	No más de 5 p.p.m.
Turbiedad	No más de 2 p.p.m.
Sabor y olor	Ninguno
Materia orgánica	Ninguna
Dureza	No más de 300 p.p.m. como $\text{CaCO}_3$ "

"Normas bacteriológicas para agua de embotellado"

"1.- Menos de veinte (20) organismos de los grupos coli y coliformes -- por litro de muestra, definiéndose como organismos de los grupos coli coli-- formes todos los bacilos no esporógenos, gram negativos, que fermenten el -- caldo lactosado con "formación de gas".

"2.- Menos de doscientos (200) colonias bacterianas por centímetro cúbico de muestra, en la placa de agar incubada a 37°C por 24 hrs."

### 3.5 Vino o fermento.

En busca de incrementar la utilización de frutas tropicales, la producción continua de vino se considera como una manera atractiva para emplear dichas frutas (42).

#### 3.5.1 Definición bioquímica de vino.

El vino es un producto de la transformación de la materia vegetal viva por microorganismos vivos. Su composición y evolución están ligadas a fenómenos bioquímicos. Lavoisier demostró que en la fermentación el azúcar se -- transforma en alcohol y en gas carbónico, que se desprende. Gay-Lussac desarrolló una fórmula matemática de la reacción. Pasteur estableció que la ecuación de Gay-Lussac es válida para el 90% de la azúcar que se transforma. El otro 10% lo forman otras sustancias: glicerol, ácido succínico y ácido acético. Más tarde se descubrieron otras compuestos secundarios como: ácido láctico, butilenglicol, aldehído acético, ácido pirúvico, alcoholes superiores y un gran número de sustancias diversas presentes en cantidades mínimas (43).

Debido a que el vino es una bebida que se produce exclusivamente por la fermentación de la uva fresca o del zumo de uva fresca (43), al producto de la fermentación de otras frutas no se le puede llamar vino, sin embargo, mediante el estudio de éste, se puede entender y establecer comparaciones para así comprender lo que ocurre en otras fermentaciones, ya que de manera general, los fenómenos bioquímicos que pasan durante la fermentación del zumo de uvas para la obtención del vino y las condiciones para que ocurra dicha fermentación, son similares a los que se tienen durante la fermentación de otras frutas.

#### 3.5.2 Fermentación alcohólica.

La fermentación alcohólica es el proceso en el cual el azúcar se transforma en alcohol etílico, anhídrido carbónico y otras sustancias.

Los productos principales que resultan de la fermentación alcohólica --

son: 1) alcohol etílico, el cuál es el producto más importante de la fermentación alcohólica; 2) anhídrido carbónico, que se desprende durante la fermentación; 3) glicerina, su contenido en el vino fluctúa de 1 a 12 g/l donde el término medio es de 6 a 8 g/l; 4) alcoholes superiores, surgen de la desaminación y descarboxilación de ciertos aminoácidos, el alcohol amílico es el que se produce con mayor abundancia y proviene de la leucina; 5) acetaldehído, se produce por la descarboxilación del ácido pirúvico o por la oxidación del alcohol etílico; 6) ácidos, como el láctico, succínico y acético, éste último constituye la acidez volátil de los vinos, por lo que debe figurar en pequeñas proporciones en vinos sanos (44).

### 3.5.3 Condiciones para una fermentación alcohólica correcta.

Para una fermentación alcohólica correcta se necesitan varias condiciones, las cuáles se pueden dividir en biológicas, físicas y químicas.

En las condiciones biológicas es importante la levadura, su selección, desarrollo y acción. Las levaduras de poder alcohógeno que interesa cultivar en un mosto en fermentación son las del género *Saccharomyces*, que presenta varias especies; *S. apiculatus*, *S. pasteurianus*, *S. oviformis*, *S. ellipsoideus*, las cuáles se comportan de manera distinta durante la fermentación en lo que se refiere a actividad y rendimiento. La auténtica levadura del vino *S. cereviceae*, var. *ellipsoideus* es la que presenta mayor rendimiento alcohólico (sobre 17 g/l de azúcar produce un grado alcohólico), vigoroso poder alcohógeno (hasta los 18 grados) y resistencia al  $SO_2$  del orden de 250 a 300 ppm. (45).

Una condición física como la temperatura es un factor de gran importancia para la actividad de las levaduras. Por debajo de los  $10^{\circ}C$  toda manifestación de vida celular se anula, sobre los  $10^{\circ}C$  la actividad vital de las levaduras va en aumento, de los  $20^{\circ}C$  a los  $25^{\circ}C$  la actividad es intensa, la acción de las levaduras es máxima a los  $30-35^{\circ}C$ , sobre este punto máximo la actividad decrece en progresión hasta paralizarse a los  $40^{\circ}C$ , por lo que en la fermentación de un mosto nunca se debe de sobrepasar los  $40^{\circ}C$  (44).

La temperatura óptima varía de acuerdo al tipo de vino a fabricar, pero de manera general se puede establecer que la temperatura no pase a los  $31^{\circ}C$ .

Otro aspecto físico es la presión, un exceso de ésta dificulta el emprendimiento del  $CO_2$ , que perjudica la funcionalidad normal de las levaduras si la presión es muy alta llega a iniciar la fermentación alcohólica al obligar a las levaduras a una vida anormal.

Un factor químico de suma importancia es la ausencia o presencia de oxígeno. De un modo general, las células encuentran la energía que necesitan para vivir bajo dos formas de degradación de la materia orgánica; la respiración, que necesita el oxígeno del aire, y la fermentación que ocurre en la ausencia de oxígeno. La respiración produce una degradación muy llevada y libera mucha energía por el contrario, la fermentación corresponde a un mal empleo de la energía, porque las degradaciones que provoca son incompletas, produciéndose así el desdoblamiento de la azúcar en etanol y dióxido de carbono. No obstante, las levaduras necesitan oxígeno para multiplicarse, en ausencia completa de aire las células mueren, por lo que para conseguir una fermentación prolongada, con alto rendimiento de alcohol, deben formarse constantemente nuevas generaciones de levaduras, con cantidades indispensables de oxígeno para poder reproducirse (43).

#### 3.5.4 Operaciones comunes en los fermentos.

Las operaciones comunes en los fermentos son: a) el estrujado, que es la obtención del mosto, durante el cual dicho mosto se aerea lo suficiente para preparar un medio favorable al desarrollo y actividad de las levaduras; b) el sulfitado, es la adición de  $SO_2$  al mosto, que ofrece muchas ventajas como son: inactiva levaduras indígenas y bacterias presentes debido a que tienen poder antiséptico, favorece el desarrollo de la *S.cereviceae* var. *ellipsoideus*, ya que tiene una acción selectiva, además de ser antioxidante. La cantidad adicional está en función del estado sanitario de la vendimia, de la acidez y del  $SO_2$  que se fije sobre los aldehídos. Estableciéndose que para una vendimia sana se necesita de 100 a 300 p.p.m. y para una de sanidad deficiente de 300 a 400 p.p.m. (44); c) la acidificación, se necesitan de 4 a 5 gramos de ácido por litro de mosto para una actividad total de las levaduras alcohólicas y una inhibición en la proliferación de microorganismos contaminantes. La acidez insuficiente produce vinos turbios, insípidos y de difícil conservación, por lo tanto, es necesario corregirla mediante la adición de un ácido (44); d) la siembra de levadura, puede ser un proceso tradicional de fermentación que se base en la multiplicación celular, partiendo de una cepa de levadura seleccionada que se multiplica con siembras crecientes, este inóculo se adiciona en cantidades de 2.5 a 3.0% en volumen con respecto al mosto. Existe un proceso novedoso que se fundamenta en la concentración celular inicial sin multiplicación, que en lugar de siés de siembra utiliza levadura deshidratada a razón de 1 g/l de mosto, lo cual arroja una con

centración de 25,000 millones de células activas por litro de mosto (45); -- e) el control de la temperatura, controlar la temperatura es importante para no perjudicar la fermentación, al inhibir o destruir las levaduras; F) el remontado, durante la fermentación es fundamental una aereación moderada del mosto para que las levaduras puedan reproducirse y efectuar la fermentación. Una disolución apropiada de aire es primordial y se logra mediante el remontado, que es el transvase del mosto inferior a la parte superior, esta operación sirve también para homogeneizar el medio (44); g) la finalización de la fermentación, la terminación se manifiesta por el cese de la producción de  $\text{CO}_2$ , una baja en la densidad y la sedimentación de las heces, las cuáles se deben eliminar rápidamente por filtración, ya que éstas pueden provocar alteraciones en el olor y en el sabor del vino (46).

### 3.5.5 Maduración y envejecimiento.

La maduración es el período durante el cual el vino empieza a desarrollar sus cualidades gustativas y adquiere la limpidez y la estabilidad que corresponden a la conservación del tonel. El envejecimiento se realiza en botellas y proporciona al vino la calidad óptima.

Durante la fase de maduración, el vino permanece en contacto intermitente con el aire y el oxígeno penetra en el período de conservación. Por otra parte, en el envejecimiento, la penetración de aire en la botella puede considerarse nula.

Las transformaciones de la maduración y del envejecimiento pueden descomponerse en un cierto número de fenómenos: oxidaciones, modificaciones de las materias colorantes y modificación de los elementos del aroma (43).

### 3.5.6 Aspectos legales para vinos o fermentos.

En la legislación alimentaria se encuentra la siguiente definición para los vinos de fruta: "Es el producto obtenido de la fermentación alcohólica de una o más frutas con excepción de la uva y la manzana, conteniendo no menos del 50% de esta fermentación, la cual deberá efectuarse por técnicas similares a las empleadas en los vinos" (41).

En donde el grado alcohólico deberá estar comprendido entre 6° y 12° G.L. a 15°C como mínimo y máximo respectivamente y la acidez volátil como ácido acético no mayor de 2 g/L (41).

### 3.6 Pectina de semilla de tamarindo.

Desde la declaración o información de un constituyente en la formación de gel que se designa como pectina en el aceite de semilla de tamarindo sir -

cáscara y corteza, una reexaminación de este constituyente revela ciertas diferencias interesantes entre él y las características de las pectinas de frutas. En conclusión, se muestra que la fracción insoluble en alcohol de los extractos acuosos de semilla de tamarindo es fundamentalmente la diferencia con las pectinas de frutas. Estas conclusiones se confirman por varios trabajos en el área. El constituyente de gel-formación tiene diversos nombres: pectina, poliyosa, polysacarido, hexopentosana, jellose y mucílago. En hidrólisis ácida y enzimática la pectina de tamarindo da origen a la D-glucosa, D-xilosa y D-galactosa, en proporción molecular de 3:2:1 respectivamente, con enlaces B1-4, B1-6 y B1-2. Se dice que se parece a la estructura de la celulosa (47). Se determinó su peso molecular aproximado de diez mil setecientos cincuenta, que corresponde a un polímero que contiene 70 residuos de azúcar (48). Las semillas de tamarindo se consideraron como material de desecho, pero en años recientes el polvo de semillas tienen considerable importancia comercial, primeramente como un material de encoladura (disolvente de materia gelatinosa como la cola, almidón o resina), en la industria textil este material debe de tener un contenido de pectina de 46-48%.

La aplicación como material de encoladura esta limitada, porque la harina, no muy molida, de semilla de tamarindo se asocia invariablemente con aproximadamente 52-54% de impurezas no pécticas, tales como partículas de testa, proteínas, aceites y grasas, fibra cruda, material mineral, hemicelulosa, oligosacáridos, etc., lo cuál interfiere con la encoladura y procesos de des encoladura. La producción total de la semilla de tamarindo en la India (principal productor mundial), que se estima por año, es de 132,000 toneladas de las cuáles se obtiene aproximadamente 60,000 toneladas de pectina (47).

En la actualidad sólo se conoce un tipo de polisacárido en la harina de semilla de tamarindo (47). Ciertas investigaciones revelan que el polvo de semilla tiene 3 tipos diferentes de fracciones insolubles en alcohol, que difieren en su solubilidad y poder de gelatinización, por eso se designan como P1, P2 y P3. La fracción P1 se disuelve en agua a 5°C en 2-3 minutos y su producción varía de 2-4%; el polisacárido P2 es soluble a cierta temperatura - cuando la harina de semilla se remueve vigorosamente con agua, la producción es del 20-30%; mientras tanto el polisacárido P3 es insoluble en agua fría, pero es totalmente soluble en ebullición por 20 minutos, la producción varía de 20-25%. La fracción P1 no tiene propiedades gelatinosas, viscosas, pegajosas o de encoladura, mientras los polisacáridos P2 y P3 poseen excelentes -

propiedades de encoladura. Todas las fracciones pueden ser precipitadas con alcohol. La fracción P1 es un verdadero polisacárido, pero es un poliurónico. La anterior observación se encuentra en confirmación con el dato que reportaron Devor y Greenhagen (44), de la presencia de 3.44% de ácido urónico en la preparación de la semilla de tamarindo. La producción de P1 sube a 4.2% y en hidrólisis enzimática o ácida se produce sólo ácido glucurónico.

Un análisis típico del polvo de semilla de tamarindo se muestra en la tabla III (47).

### 3.6.1 Método de manufactura de pectina de tamarindo.

El proceso abarca una metodología nueva de separación sin reparar en el fenómeno de gelatinización.

Preparación a gran escala; el polvo de la semilla de tamarindo se añade gradualmente 30 ó 40 veces su peso del contenido de agua hirviendo que tiene ácido cítrico o tartárico en una concentración de 0.2%. La mezcla se agita vigorosamente y se continúa hirviendo por 30 ó 40 minutos.

La solución que resulta se conserva en tanques altos durante 12 horas para que la mayoría de las proteínas y fibra se asienten. El licor se saca con sifón y se concentra bajo vacío, se filtra antes de mezclar con la tierra infuncional (0.5%), y se somete a un secado en un tambor. El sólido que se obtiene se pulveriza en un molino. La separación de jelosa también se puede realizar añadiendo alcohol. Las preparaciones de polisacáridos de semilla de tamarindo, generalmente corresponden hasta 15% de albuminoides, los cuales son difíciles de quitar. Al formar un complejo cobrizo con una solución Fehling y regenerando con ácido y alcohol nos da una preparación con menos de 1% de albuminoides y una pectina más pura (50)(51).

Un estudio comparativo de la pectina de tamarindo y pectinas de frutas se expresa en la tabla IV (47).

La superioridad de las propiedades del purificado de la pectina de tamarindo sobre las características del polvo crudo de semilla de tamarindo se muestra en la tabla V (47).

### 3.6.2 Producción de pectina de tamarindo.

Las propiedades principales de pectina de tamarindo tienen una relación importante en las características de encoladura que son; gelatinización, viscosidad y propiedades físicas (fibras muy delgadas sensibilizadas, plasa flexible como de celulosa).

La cantidad primera-tercera de pectina de semilla de tamarindo se re---

TABLA III. Análisis típico de polvo de semilla de tamarindo

Composición	%
Humedad.....	08-12
Polisacáridos Polyose P1.....	02-03
Polyose P2.....	20-30
Polyose P3.....	20-25
Cenizas.....	02-04
Albuminoides.....	12-15
Materias grasas.....	07-08
Compuestos orgánicos.....	06-10

TABLA IV. Análisis comparativo de la pectina de semilla de tamarindo y las pectinas de frutas

Análisis	Pect.1	Pect.2	Pect.3	Pect.4	Pect.5	Pect.6	Pect.7	Pect.8
Humedad	05.63	06.77	11.60	09.30	08.70	08.90	10.20	04.10
Cenizas	01.26	02.48	02.20	01.05	02.38	02.63	02.73	02.98
Precipitado en alcohol	99.87	99.68	91.76	94.14	95.32	92.80	93.80	96.37
Proteínas	00.88	15.00	00.66	01.16	01.87	02.78	02.15	02.76
Fracción soluble en éter	02.68	02.50	08.63	06.84	05.87	07.32	06.88	05.73

donde Pect.1 es la pectina de semilla de tamarindo del proceso en frío patente Savur; Pect.2 es la pectina de semilla de tamarindo -- del proceso de precipitación con alcohol; Pect.3 es pectina de manzana; Pect.4 significa pectina de limón; Pect.5 es pectina de naranja; Pect.6 es pectina de papaya; Pect.7 es pectina de guayaba; y -- Pect.8 es la pectina de la madera de manzana.

TABLA V. Comparación entre pectina y polvo de semilla de tamarindo

Análisis	Polvo de semilla (crudo)	Pectina de semilla (pura)
Color	Crema, café o café rojizo	Prácticamente blanco
Olor	Característico	Característico
Fineza (textura)	080 abertura de malla	120 abertura de malla
Partículas de testa	Varía según especies	Ninguna
Humedad	08-12%	05-06%
Cenizas	02-04%	00.91%
Materia mineral	01.80-03.00%	00.13%
Proteínas	12-15%	00.88%
Viscosidad 80°C	40-50 Redwood segundo	70-80 Redwood segundo
Grado (estandar fécula de maíz)	150 grados	300 grados

La pectina que se compara en esta tabla fue analizada por Savur G.R., y colaboradores en el año de 1956, donde se estableció una de las patentes más importantes de extracción y purificación péctica de semilla de tamarindo.

TABLA VI. Comparación entre pectina de semilla de tamarindo y fécula de maíz

Propiedades	Pectina de semilla de tamarindo	Fécula de maíz
Apariencia física	Polvo blanco, fino, inodoro	Polvo blanco, inodoro
Grado	300 grados	100 grados
Acción al calor	La viscosidad incrementa progresivamente hasta un máximo. Hay caída de viscosidad en calentamientos progresivos excesivos	La viscosidad empieza a decaer después de alcanzar el punto de gelatinización
Acción de alcali	El alcali estabiliza la viscosidad de la pectina	Inestable en la presencia de alcali

quiere para obtener una pasta cuya eficiencia de encoladura es equivalente a la pasta de fécula de maíz.

Investigaciones a nivel laboratorio y ensayos a gran escala demuestran que la pectina de semilla de tamarindo tiene 300% mejor capacidad de encoladura que la fécula de maíz (tabla VI)(47)(49).

Un estudio comparativo de los precios de los materiales de encoladura indican que la pectina de semilla de tamarindo, en perspectiva de su 300 -- grados, es más económica que otras substancias de encoladura (47).

La propiedad más importante y característica de la pectina de semilla de tamarindo es su habilidad para cuajar con concentrados de azúcares sobre un gran rango de pH. Se sugiere por lo tanto, que se use como sustituto para pectinas de frutas en la industria de mermeladas y jaleas. Un tratamiento con ácido cítrico disminuye la tenacidad indeseable en el cuajado. Las jaleas con pectina de semilla muestran menos sineresis que las jaleas con pectina de frutas (52)(53).

Para la elaboración de ates la pectina de semilla se hierve con azúcar para dar 70% de sólidos y se enfría para obtener jalea. Esto se reduce a la forma deseada y se seca, entonces se le proporciona una capa de azúcar cristalizada y harina de maíz (54).

### 3.7 Taninos de cáscara de tamarindo.

3.7.1 Extracción y determinación de compuestos fenólicos en productos vegetales.

Los glucósidos fenólicos, catequinas y leucoantocianinas son generalmente solubles en agua, mientras que los flavanos y flavandoles son parcialmente solubles. Los disolventes comunes para la extracción de compuestos fenólicos totales son el alcohol y la acetona. Las antocianinas y sus sales son estables y se extraen por alcohol acidificado. La extracción que se produce depende de las características del producto vegetal; semillas ricas en aceites, hojas ricas en clorofila, donde las resinas y ceras se tienen que separar con petróleo ligero antes que la extracción fraccional de constituyentes fenólicos se intente (55).

Un proceso general para la extracción de glucósidos fenólicos, flavanos y leucoantocianinas es el siguiente (55): Preparar un extracto total -- del material con alcohol a ebullición y filtrar. Concentrar el filtrado en un evaporador rotatorio de traspaso bajo vacío. Al concentrado removerle la clorofila y material de cera con petróleo ligero, si están presentes. Des--

pués al concentrado fenólico se le extrae con éter etílico las catequinas y derivados del ácido cinérico (ácido clorogénico, etc.). Secar el extracto -etéreo, añadir sulfato de sodio anhidro y dejar evaporar el éter. Al concentrado residual removerle con acetato etílico los flavanos, los flavanoles y las leucoantocianinas, y algunos de los polímeros más pequeños. Secar el extracto de acetato etílico por la adición de sulfato de sodio anhidro y concentrar bajo vacío. Examinar el concentrado acuoso residual por polímeros -fenólicos.

Muchas incertidumbres prevalecen en la extracción completa de leucoantocianinas debido a su especial comportamiento. Disolvente o combinación de disolventes no se han encontrado para extraer por completo las leucoantocianinas de los tejidos.

En la actualidad se encontró que 70% de acetona en alcohol remueve proporciones elevadas de leucoantocianinas (55).

El índice de permanganato es un método volumétrico que determina sustancias tánicas (2)(55) y el método Folin-Denis es una estimación colorimétrica de taninos (56)(57).

#### IV. MATERIALES Y METODOS

##### 4.1 Obtención y preparación de la fruta (pulpa).

La fruta de tamarindo (*tamarindus indica*), que se empleó en estos estudios, se obtuvo de las regiones de Tecoman, en el Estado de Colima, México.

Las vainas procesadas se seleccionaron, descartandose toda aquella que visiblemente estuviera maltratada o infectada por mohos e insectos.

Las vainas seleccionadas se descascararon manualmente, la pulpa se obtiene seca y con semillas en su interior, la cuál se descargó en recipientes limpios de 40 litros de capacidad, donde se realizó una dilución con agua -- 1:1 en peso, formandose una mezcla que se agitó durante dos horas, produciéndose una masa blanda uniforme. La masa se alimentó por gravedad a un pulper ajustado, equipado con una malla metálica de 0.1 pulgadas de abertura y dos cepillos de nylon operados a 1420 r.p.m. para separar la pulpa de las semillas. Aquí ocurre la extracción mecánica de las semillas. Después, la pulpa que se obtiene, se pasa a través de un finisher que opera a 2000 r.p.m. y una abertura de malla de 0.02 pulgadas, donde se refina y queda completamente libre de sólidos gruesos. Al finalizar la pulpa se llevó a cámaras de congelación para su conservación a una temperatura de 0-4°C.

##### 4.2 Métodos de Análisis.

###### 4.2.1 Determinación de pH.

Se homogenizaron las muestras y se determinó su pH a 20°C, mediante un potenciómetro Corning modelo 7.

###### 4.2.2 Determinación de grados Brix.

Una pequeña cantidad de muestra se colocó en el prisma de un refractómetro Zeiss Opton, previamente calibrado con agua destilada, en el que se observa directamente en la escala la lectura de los grados Brix a 20°C.

###### 4.2.3 Determinación de acidez total.

Una porción de muestra se mide y se le agregan 50 ml de agua destilada, se titula con una disolución de hidróxido de sodio 0.01N, usando fenoftaleína como indicador y se reporta en gramos de ácido tartárico por 100 gramos de muestra, empleando la siguiente fórmula:

$$\frac{(V) \times (N) \times \text{meq} \times 100}{(P)} = \% \text{ác. tartárico.}$$

en donde: (V)= ml de hidróxido de sodio 0.01N gastados en la titulación  
(N)= normalidad de hidróxido de sodio

meq= peso miliequivalente del ácido tartárico

(P)= peso de la muestra

#### 4.2.4 Determinación de acidez volátil.

La determinación se realizó en un aparato Mothe de destilación para acidez volátil por arrastre de vapor, en el cuál se colocaron 10 ml de muestra (vino) y se destila hasta obtener 100 ml de destilado (pueden ser más de 100 ml, pero nunca menos). El destilado se tituló con NaOH 0.01N, en presencia de fenoftaleína, éstos son los (n) ml gastados. Enseguida se procede a la corrección, para lo cuál el medio se vuelve ácido con una o más gotas de solución de HCl al 25%, se añade 1 ml de almidón al 1% y se titula con yodo .01N, éstos son los (n') ml gastados. Esta solución se alcalinizó hasta el vire rojizo de la fenoftaleína con una solución saturada de borato de sodio. Se adicionó un cristal de yoduro de potasio para sensibilizar el vire del almidón. Se tituló con solución de yodo 0.01N hasta que la coloración azul fue estable, éstos son los (n'') ml gastados. La acidez volátil se reportó en g/l de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mediante la siguiente fórmula:

$$0.049 \left( n - \frac{n'}{10} - \frac{n''}{20} \right) = \text{g/l de H}_2\text{SO}_4$$

#### 4.2.5 Determinación de humedad por termobalanza.

Se colocó la escala de una termobalanza Moisture Balance Cenco en 100% por medio de una perilla manual de graduación y se introdujó poco a poco la muestra en el platillo receptor hasta que la escala indique 0%. De inmediato se cierra la termobalanza y se enciende la fuente de calor, cuidando que la muestra no se queme, y se deja hasta que alcance un peso constante. La humedad se leyó directamente en la escala como porciento de humedad.

#### 4.2.6 Determinación de humedad.

Se pesó de 2 a 3 g de muestra en un pesafiltro puesto a peso constante se secó en la estufa a 100-110°C durante 3 horas, se enfrió en desecador y se pesó de nuevo. Se vuelve a meter a la estufa hasta que no varíen en la segunda cifra decimal las dos últimas pesadas. Se calculó el porcentaje de humedad directamente.

#### 4.2.7 Determinación de azúcares reductores. Método de Fehling.

Reactivos: El reactivo de Fehling se compone de dos soluciones; la solución A y la solución B, que se mezclan de inmediato antes de realizar la determinación.

Preparación de las soluciones: Solución A: Solución de sulfato de cobre;

se disuelven 34.65 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en agua, se afora a 500 ml y después se filtra. Solución B: Solución alcalina; se disuelven 125 g de KOH y 173 g de tartrato sodio-potasio en agua, se lleva a 500 ml y se filtra a través de as besto.

Preparación de la solución estandar: Se colocan 5 g de glucosa en un ma traz volumétrico de 1 litro y se afora. Dando una solución estandar de glucosa al 0.5%.

Estandarización: En un matraz de bola con fondo plano se introducen 10 ml de la solución A y 10 ml de la solución B de Fehling. Se calienta a ebullición y se titula con la solución estandar en presencia de azul de metileno, cuidando mantener la solución caliente en el matraz de bola. El factor se saca de acuerdo a los mililitros que se gastan en la solución estandar. Así si se gastan 10 ml de solución estandar, como ésta está al 0.5%, el factor será 0.05.

Defecación de la muestra: En un matraz cachacero de 200 ml de capacidad se colocan 10 g de muestra y se diluyen con un poco de agua destilada, se añaden 10 ml de subacetato de plomo al 5.0%, se agita y se agita y se le agregan 10 ml de oxalato de sodio al 5.0%, se agita. Se afora, se filtra y el filtrado se pasa a una bureta.

Determinación: En un matraz de bola con fondo plano y con perlas de vidrio en su interior, se colocaron 5 ml de la solución A y 5 ml de la solución B de Fehling con aproximadamente 40 ml de agua destilada, se calentó a ebullición y se tituló con la solución de la muestra defecada, cuidando siempre de que la solución del matraz esté caliente. Cuando empieza a desaparecer el color azul se adicionan tres gotas de azul de metileno al 1% y se sigue titulando en caliente hasta la formación de una coloración rojo ladrillo.

Los azúcares reductores se determinaron mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{F \times D \times 100}{P \times V} = \% \text{ Azúcares Reductores}$$

en donde; F= Factor de Fehling

D= Dilución de la muestra

P= Peso de la muestra

V= ml gastados en la titulación.

#### 4.2.8 Determinación de azúcares totales.

Se parte de una solución defecada como la determinación de azúcares re-

ductores. Se tomaron 50 ml de dicha solución y se le agregó 1 ml de HCl conc y se puso en baño maría a ebullición durante 30 minutos, el cabo de los cuáles se neutralizó con sosa al 20% hasta el vire amarillo paja. Se eforó a -- 100 ml con agua destilada y se pasó a una bureta. Los azúcares se determinaron mediante el procedimiento de Fehling como se indicó anteriormente. Los cálculos se efectuaron al emplear la siguiente fórmula:

$$\frac{F \times D \times d \times 100}{P \times A \times V} = \% \text{ Azúcares Totales}$$

en donde; F= Factor de Fehling

D= Primera dilución de la muestra

d= Segunda dilución de la muestra

A= Volumen de la alícuota

V= ml gastados en la titulación.

Los azúcares no reductores se pueden expresar como sacarosa de la siguiente manera:

$$(\text{azúcares reductores} - \text{azúcares totales}) \times 0.95 = \% \text{ Sacarosa}$$

en donde; 0.95 es el factor de la sacarosa.

#### 4.2.9 Determinación de cenizas.

Se pesaron 5 g de la muestra en una cápsula puesta a peso constante a 500°C. Para ello se carbonizó primero con mechero y se metió a la mufla cuidando que la temperatura no pasará de 550°C para evitar que los cloruros se volatilicen. Se suspendió el calentamiento cuando las cenizas estaban blancas. Se enfrió en desecador y se pesó. Se calculó el porcentaje de cenizas.

#### 4.2.10 Determinación de proteínas. Macrokjeldahl.

Fundamento: Las proteínas y demás materias orgánicas son oxidadas por el ácido sulfúrico; el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica se fija como sulfato de amonio. Al hacer reaccionar esta sal con una base fuerte se desprende amoniaco que se destila y recibe en un volumen conocido de ácido valorado. Por titulación del ácido que no se neutraliza se calcula la cantidad de amoniaco desprendido y así la cantidad de nitrógeno de la muestra. El porcentaje de nitrógeno multiplicado por el factor 6.25 nos proporciona el porcentaje de proteínas.

Procedimiento: Se pesaron en balanza analítica alrededor de 2 g de muestra en papel glassine y con todo y papel se introdujó en un matraz de Kjeldahl; se agregaron 0.3 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 10 g de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y 25 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc y se añadieron pedazos de plato poroso para regular la ebullición en la des-

tilación. Se colocó el matraz en posición inclinada y se calentó bajo la campana con mechero hasta que cesaron los humos blancos.

Se introdujo un embudo en la boca del matraz y se siguió calentando hasta que la solución quedó completamente clara. Se enfrió sobre hielo y se diluyó con 200 ml de agua destilada.

Se añadió una solución concentrada de sosa de manera que se estratificaran las dos soluciones. Se conectó de inmediato el matraz a la alargadera del Kjeldahl, unida al refrigerante, que a su vez se conecta a una alargadera que se introduce en la solución de HCl valorado.

Se destiló aproximadamente 150 ml y se tituló el exceso de ácido con solución valorada de NaOH 0.1N, usando rojo de metilo como indicador.

Se corrigió mediante una determinación en blanco de los reactivos que se usaron al emplear sacarosa en lugar de la muestra.

Se calculó el porcentaje de proteínas:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml blanco} - \text{ml problema}) \times N \text{ NaOH} \times 0.014 \times 100}{\text{g muestra}}$$

$$\% \text{ Proteínas} = \% \text{ Nitrógeno} \times 6.25$$

#### 4.2.11 Determinación de almidón.

El almidón se hidroliza y se estima como azúcares invertidos.

Procedimiento: A la muestra ya pesada se le añadió un poco de agua y se calentó a 60°C. Se deja reposar por algún tiempo para obtener una solución de almidón. Se incorporó cerca de 100 ml de alcohol etílico al 95% y se centrifugó. Se filtró y se lavó el residuo con alcohol al 50% hasta que el filtrado no dió prueba para azúcares (\*).

Se transfirió el residuo a un matraz erlenmeyer con 100 ml de agua. Se añadió 20 ml de HCl conc y se calentó en un baño de agua a ebullición durante 2 1/2 horas. Se neutralizó con NaOH, usando fenoftaleína como indicador, se afora a 100 ml con agua destilada. Se determinó los azúcares reductoras de la solución anterior y se calculó el % de almidón con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Almidón} = \% \text{ Azúcares reductores} \times 0.9$$

(\*) Prueba para azúcares: A 5 ml de filtrado añadir 2 gotas de una solución alcohólica 10% de alfa-naftol. Dejar escurrir lentamente 1 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc y pure para formar una capa debajo de la solución acuosa. Si hay azúcares presentes, un anillo rojo puede aparecer durante 5 segundos en la unión de las dos capas (55).

#### 4.2.12 Análisis del contenido de sólidos solubles refractométricos.

a) Para un contenido menor o igual a 32°Brix.

Se determinó triturando y mezclando la muestra; se colocó una o dos gotas del jugo o de la pulpa en el prisma del refractómetro y se registró la lectura, así como la temperatura que debe ser 20°C (58).

b) Para un contenido mayor a 32°Brix.

Se pesaron 10 g de la muestra, se mezclaron y trituraron con 10 g de agua destilada, después se efectuó la lectura en el refractómetro según el procedimiento antes mencionado. El valor que se obtiene de la lectura se multiplicó por dos (59).

4.2.13 Determinación de sulfatos en el agua de embotellado. Refresco gasificado.

Se tomó 25 ml de muestra para analizar; se agregó 25 ml de alcohol isopropílico y un poco de indicador tetrahidroquinona, y se tituló con una solución de cloruro de bario 0.025N.

Se multiplicó por 48 los mililitros de cloruro de bario gastados y se obtuvo las p.p.m. de sulfatos (40).

4.2.14 Determinación de alcalinidad en el agua de embotellado.

Se colocaron 50 ml de agua para analizar en un matraz erlenmeyer, se añadieron 3 o 4 gotas de solución indicadora de fenoftaleina. No se produjo coloración rojo-violácea, entonces  $F=C$ .

Se agregó a la muestra 2 o 3 gotas del indicador anaranjado de metilo y tomó una coloración amarillenta, y se tituló con solución de  $H_2SO_4$  0.02N. Se anotó la lectura de la bureta y se le denominó M.

Se efectuó la siguiente operación  $(F-M) \times 20$  y así se obtuvo la alcalinidad total que se expresa en p.p.m. de carbonato de calcio (40).

4.2.14 Determinación de cloruros en el agua de embotellado.

Se tomó la muestra donde se determinó la alcalinidad para asegurar que se tiene un medio ácido, se agregaron unas gotas de solución indicadora de cromato de potasio. Se tituló con solución de nitrato de plata 0.014N de la siguiente equivalencia: 1 ml = 0.5 mg Cl.

Se multiplicó por 10 el número de mililitros gastados de nitrato de plata y se obtuvieron las p.p.m. de cloruros (40).

4.2.15 Determinación de grados Brix en refrescos gasificados.

Se tomó el refresco muestra y se travesó en vasos de 500 ml hasta la eliminación del gas carbónico.

Se llenó una probeta de 250 ml con el refresco desgasificado, se intro-

Se tomó el hidrómetro y se esperó a que quedará en reposo. Se leyó la escala, realizando la lectura en el punto en que el vástago del hidrómetro toca el menisco que forma el refresco.

Se tomó la temperatura del refresco y se realizó la corrección en base a tablas ya establecidas a 20°C (40).

#### 4.2.16 Determinación de la acidez en refrescos gasificados.

Se tomaron 10 ml de muestra y se llevaron a ebullición para asegurar la completa eliminación de gas carbónico.

Se agregó 3 o 4 gotas de indicador fenoftaleina y se tituló con solución 0.1N de NaOH hasta la aparición de color rojo permanente que marca el fin de la titulación.

Se midieron los mililitros gastados y se multiplicaron por 0.7, y se obtuvo el resultado en gramos de ácido cítrico monohidratado por litro de refresco (40).

#### 4.2.17 Determinación de pectina. Método colorimétrico.

Preparación de soluciones.

a) Alcohol etílico purificado. Refluje en un litro de etanol al 95% 4 gramos de zinc en polvo y 4 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1), destilar por 24 horas; se añaden 4 gramos de zinc en polvo y 4 gramos de KOH al destilado y se redestila 24 horas más.

b) Reactivo de carbazol. Se disuelven 0.15 g de carbazol grado reactivo en 100 ml de etanol purificado. La solución es viscosa y requiere agitación.

c) Solución de versenato de sodio 0.5%. Se disuelven 5 g de ácido etileno diamino tetra acético sal tetra sódica seca en un litro de solución.

d) Acido galacturónico monohidratado de peso molecular 212, secado a vacío durante 5 horas a 30°C y debe ser grado reactivo.

Preparación de la muestra:

A 25 g de pulpa o muestra se le añadieron 50 ml de agua destilada, se mezclaron bien y se dejaron durante una hora, se filtró con el fin de obtener únicamente la pectina soluble. El filtrado se mezcló durante 5 minutos con 250 ml de etanol al 95%. Se filtró y se descartó el etanol conteniendo los azúcares. La operación se repite una vez más con etanol al 95% y dos veces con etanol al 75%. Del papel filtro, el precipitado se transfirió a un matraz. Se le añadieron 200 ml de solución de versenato de sodio 0.5%, se ajustó el pH a 11.5 con NaOH 1N y se desesterificó la pectina con un calentamiento a 25°C durante 30 minutos. La mezcla se acidificó a pH 5.0-5.5 con á-

cido acético. se añadieron 0.1 g de pectinasa y se agitó durante 1 hora, se diluyó a 20 ml y se filtró. se descartaron los primeros mililitros del filtrado, se tomaron 5 ml y se diluyeron a 10 ml. se tomaron alícuotas de 2 ml.

#### Determinación:

se midieron 1 ml de  $H_2SO_4$  conc en un tubo de ensayo. el tubo y el contenido se enfriaron a cerca de  $5^{\circ}C$  en un baño de hielo y se añadieron los 2 ml de la alícuota de la solución de la muestra preparada, se mezcló vigorosamente y se volvió a colocar en el baño de hielo. el tubo y el contenido se calentaron durante 30 minutos en baño hirviendo de agua. se enfrió a cerca de  $20^{\circ}C$ , se le agregó 1 ml de reactivo de carbazol 0.15%, recién preparado, se mezcló fuertemente y se dejó estar a la temperatura de cuarto durante 30 minutos. la intensidad del color que se determinó fue en un fotocolorímetro Bausch and Lomb Spectronic 20 a 520 nm. Las muestras se leyeron en secuencia ya que el tiempo y la temperatura desde la adición del carbazol pudieron alterar la lectura. se empleó una curva estándar para obtener la concentración, se utilizó para desarrollarla ácido galacturónico monohidratado mediante el mismo método (60).

#### Curva estándar:

se pesaron 20 mg de ácido galacturónico monohidratado y se diluyeron en 20 ml de agua destilada. se tomó 1 ml de esta solución y se aforó a 20 ml donde la concentración de esta última dilución fue 0.05 mg/ml, que se consideró la solución estándar. De la solución patrón se tomaron los volúmenes necesarios para determinar los puntos de la curva.

El contenido de pectina se expresó como gramos de ácido anhidraurónico en 100 ml de muestra y se calculó mediante la fórmula:

$$\frac{C \times V_1 \times V_2 \times d \times 100}{P \times V \times F} = g/100 ml$$

- en donde:
- C= Concentración en g/ml
  - V<sub>1</sub>= Primera dilución de la muestra
  - V<sub>2</sub>= Segunda dilución de la muestra
  - P= Peso de la muestra
  - V= Volumen de la alícuota para la segunda dilución
  - F= Factor para obtener g/ml

#### 4.2.1A Determinación de humedad séctica.

Se pesó 1 g de muestra séctica, fundamentalmente que pase malla 80, --

centro de un plato metálico tarado. Se secó al vacío por 4 horas a 100°C. Se enfrió en un desecador y se pesó. Se agregó 1% al porcentaje de humedad observado para concordar con el método Fischer (55).

#### 4.2.19 Determinación de cenizas pécticas.

Se pesó 1 g de sustancia péctica de diámetro de partícula que pase malla 80, dentro de un crisol tarado. Se encendió la mufla y se calentó a 600°C de 3 a 4 horas. Se enfrió el crisol en un desecador a temperatura de cuarto y se pesó. Para la determinación de la alcalinidad de las cenizas, se disolvieron las cenizas en 25 ml de HCl 0.1N, se calentó hasta ebullición y se enfrió. Se tituló con NaOH 0.1N usando fenoftaleina como indicador.

Cálculos:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso de cenizas} \times 100}{\text{Peso de pectina}}$$

$$\% \text{ Alcalinidad como carbonato} = \frac{\text{ml gastados} \times N_{\text{NaOH}} \times 60 \times 100}{\text{peso de cenizas} \times 100}$$

$$\% \text{ Cenizas (libre de carbonato)} = \% \text{ Cenizas} - \% \text{ Carbonato}$$

#### 4.2.20 Determinación de peso equivalente péctico.

El peso equivalente se usa para calcular el contenido de ácido anhidro urónico y el grado de esterificación. Este se determinó por titulación con NaOH a pH 7.5 usando como indicador rojo fenol.

Reactivos: 1) Etanol; 2) NaOH 0.1N estandar; 3) Rojo fenol: moler 0.1 g del polvo seco en un mortero con 20.2 ml de NaOH 0.01M. Diluir a 250 ml con agua destilada; 4) Agua destilada libre de CO<sub>2</sub>: poner en ebullición agua destilada durante 15 minutos. Enfriar a temperatura de cuarto. Proteger del CO<sub>2</sub> atmosférico.

Procedimiento: se pesó 0.5 g de sustancia péctica, se humedeció con 5 ml de etanol y se agregó 1 g de NaCl para remarcar el punto final. Se añadió 100 ml de agua destilada libre de CO<sub>2</sub> y 6 gotas de indicador rojo fenol. Se tituló lentamente para prevenir o evitar posible desesterificación, con NaOH 0.1N hasta que el color del indicador cambió (pH 7.5), el cambio de color debe persistir por un lapso de 30 segundos. La solución neutralizada se puede emplear en la determinación de contenido de metoxil.

Cálculo:

$$\text{Peso equivalente} = \frac{\text{Peso de la muestra} \times 1000}{\text{ml de alcali} \times N \text{ de alcali (NaOH)}}$$

#### 4.2.21 Determinación del contenido metóxil péctico.

El contenido metóxil o grado de esterificación es un factor importante en el control del tiempo de fijación de pectinas, la sensibilidad a cationes polivalentes y su aplicabilidad en sólidos bajos, gels, films y fibras, se determina por la saponificación de la pectina y titulación del grupo carboxil liberado.

Reactivos: 1) 0.25N y 0.1N de NaOH estandar

2) 0.25N de ácido hidroclórico estandar

Procedimiento: De la solución neutral titulada por peso equivalente, se midió aproximadamente 0.5 g de substancia péctica, se le añadió 25 ml de NaOH 0.25N, se agitó vigorosamente y se dejó reposar por 30 minutos. Se agregó 25 ml de HCl 0.25N y se tituló con NaOH 0.1N hasta el mismo punto final anteriormente expresado.

Cálculos:

$$\% \text{ del contenido de metóxil} = \frac{\text{ml de alcali} \times N \text{ de alcali} \times 3.1}{\text{Peso de la muestra}}$$

#### 4.2.22 Determinación de grado alcohólico.

Se tomaron 200 ml de vino a 20°C en un matraz aforado y se introdujeron en un equipo Mothe de destilación por arrastre de vapor para el contenido de grado alcohólico, se adicionaron 10 ml de solución saturada de hidróxido de calcio y se inició la destilación. Se destilaron aproximadamente 190 ml. Se aforó el matraz a su capacidad, se trasvasó a una probeta y se determinó el grado alcohólico por medio de un aereómetro Gay-Lussac. Se tomó la temperatura para correcciones (61)(62).

#### 4.2.23 Determinación de la densidad. Vinos.

Se colocaron en una probeta 250 ml de vino, se introdujó un densímetro (Instruments Dupirdin-Salleron, Paris France; Controlé par L'etat de 1000 á 1030 par 1 gramme), hasta que se estabilizó y entonces se leyó la densidad directamente en la escala del vástago a 20°C (62).

#### 4.2.24 Determinación de SO<sub>2</sub> total. Vinos.

Se colocaron 25 ml de vino en un matraz, se le añadieron 10 ml de KOH al 25% y se dejó reposar 15 minutos, al cabo de los cuáles se agregaron 5 ml de HCl 5N y 20 gotas de almidón al 1%. Se tituló con una solución de yodo 0.32N hasta vire azul. Los resultados se expresaron en mg/l de SO<sub>2</sub>, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{V \times N \times 0.032 \times 1000}{F} = \text{mg/l de SO}_2$$

en donde;  $V$  = Volumen gastado en la titulación

$N$  = Normalidad del yodo

$M$  = Cantidad de muestra

$0.632$  = Miliequivalente del  $SO_2$

#### 4.2.25 Determinación de grasa cruda.

En esta determinación no sólo se obtiene grasa sino todo lo soluble en éter sulfúrico, como aceites esenciales, colesterol, fitosterol, ceras, etc.

Procedimiento: Se pesó de 1 a 2 g de muestra en un cartucho de extracción etérea. El cartucho con muestra se introdujo en un tubo de vidrio que se fijó en un broche a presión y se colocó en un vaso extractor esmerilado previamente tarado, que contuvo de 10 a 20 ml de éter sulfúrico grado reactivo. El vaso se ajustó herméticamente en el aparato de extracción grasa modelo LAD 2000. Se dejó evaporar y condensar el éter durante 4 horas.

Se calentó el vaso con el extracto etéreo hasta la total evaporación de éter y se llevó a la estufa a  $100^{\circ}C$  hasta peso constante.

Se calculó el porcentaje de grasa cruda por relación.

#### 4.2.26 Determinación colorimétrica de taninos. Cáscara.

La estimación colorimétrica de taninos se fundamenta en la medición del color azul que se forma por la reducción de ácido fosfotungstomolibdico por la presencia de compuestos tánicos en solución alcalina.

Reactivos: a) Reactivo Folin-Denis: A 750 ml de agua, añadir 100 g de tungtato de sodio, 20 g de ácido fosfomolibdico y 50 ml de ácido fosfórico al 85%. Reflujar la mezcla por 2 horas, enfriar y diluir a 1000 ml con  $H_2O$ ; b) Solución saturada de carbonato de sodio: A 100 ml de agua, añadir 35 g de  $Na_2CO_3$  anhidro, disolver a  $70-80^{\circ}C$  y enfriar. Decantar el líquido limpio antes de usar; c) Solución estándar de ácido tánico: Disolver 100 mg de ácido tánico en un litro de agua. Preparar recién para cada determinación (1 ml de solución = 0.1 mg de ácido tánico).

Preparación de la curva estándar: Se pipetearon alícuotas de 0 a 10 ml de la solución estándar de ácido tánico en matraces volumétricos de 100 ml conteniendo cada uno 75 ml de agua, 5 ml de reactivo Folin-Denis y 10 ml de solución saturada de  $Na_2CO_3$ , se afioró a 100 ml con agua destilada. Se midió el color a 760 nm contra un blanco experimental que se ajustó a 0 de absorbancia.

Preparación de la muestra: Se pesó 5 g de muestra sólida molida, se agregó 400 ml de agua y se calentó a ebullición. Se enfrió y se transfirió a

un matraz de 500 ml. Se filtró y se tomó 1 ml de filtrado que se le añadieron 75 ml de H<sub>2</sub>O, 5 ml de reactivo Folin-Denis y 10 ml de solución saturada de carbonato de sodio, se agitó a 100 ml y se homogenizó. Se filtró nuevamente y se procedió a efectuar la lectura de D.O.

Determinación: Se trazó la curva estandar D.O. vs mg/100 ml y de acuerdo a dicha curva se determinó el contenido técnico en mg de la muestra.

Cálculos:

$$\% \text{ de ácido tánico} = \frac{\text{mg de ácido tánico} \times \text{dilución} \times 100}{\text{ml de muestra tomados para el desarrollo del color} \times \text{peso de muestra} \times 1000}$$

#### 4.2.27 Determinaciones microbiológicas.

Esterilización del material y equipo: El equipo se lavó perfectamente hasta eliminar cualquier residuo de determinaciones anteriores.

Las cajas petri, las pipetas y los frascos especiales de muestreo se esterilizaron a 180°C durante 1 hora.

Los frascos especiales de muestreo ya estériles se les añadió aproximadamente 100 ml de agua y 1 ml de solución buffer de fósforos, y se esterilizaron a 121°C durante 15 minutos.

Medios de cultivo:

- 1) Agar triptona extracto de carne: extracto de carne 3.0 g
- triptona 5.0 g
- dextrosa 1.0 g
- agar 15.0 g
- H<sub>2</sub>O destilada 1000.0 ml

- 2) Agar dextrose y papa (fórmula aproximada en g/l de agua destilada):
- infusión de papa 200.0 g
- dextrosa 20.0 g
- agar 15.0 g

Preparación y esterilización de los medios de cultivo:

1) Suspender 24 g de medio deshidratado en un litro de agua destilada, hervir hasta total disolución. El medio de cultivo una vez preparado se coloca en tubos de ensaye que se tapan con algodón. Los tubos preparados se cubren con papel estrasa, guardándose en la autoclave para su esterilización a 15 lbs y 121°C durante 15 minutos.

2) Suspender 39 g de polvo del medio en 1 litro de agua destilada, hervir durante 1 minuto. El medio preparado se pone en matraces, aproximadamente 90 ml a cada uno, agregando 6 ml de una solución de ácido tartárico 10%

a cada metro e inmediatamente se tapar con algodón y se colocan en la auto clave para su esterilización a 15 lbs y 121°C durante 15 minutos.

Método de cultivo: si la muestra de análisis es sólida se pesan 10 gramos y si es líquida se toman 10 ml (\*), que se pasan a un frasco especial de muestras en un lugar libre de contaminaciones.

Se tomó un ml de muestra con una pipeta estéril, para cada prueba (papa y triptona). A una caja se le agregó un tubo de medio de triptona y a otra un ml del medio de papa. Las cajas que contuvieron medio de triptona se guardaron en una incubadora a 37°C durante 24 horas y las cajas conteniendo el medio de papa se mantuvieron a temperatura ambiente o de cuarto durante 5 días.

Las muestras con el medio de triptona darán colonias bacterianas y las del medio papa dextrosa desarrollos de hongos y levaduras (40).

(\*) Metro de control microbiológico de la S.S.A.

#### 4.3 Métodos de obtención de los productos.

Para la elaboración de jugo clarificado, extracto blando, sabor natural, refresco gasificado, refresco instantáneo en polvo, vino dulce, vino semidulce y vino seco, se partió de la pulpa de tamarindo que se obtuvo como se indicó en el inciso 4.1.

Una vez obtenida la pulpa se procedió a elaborar los productos (Diagramas 1 y 2).

La obtención de sustancias pécticas se derivó de las semillas (Diagrama 3) y la extracción de sustancias tánicas se generó de las cáscaras del tamarindo (Diagrama 4).

Antes de desarrollar los productos se realizó un análisis físico del fruto experimental, que se comenzó con otros tamarindos de diferentes regiones del país (Tabla 1).

##### 4.3.1 Desarrollo para la obtención de jugo clarificado.

Se partió de frutos de tamarindo en estado de sazón, de tres a cuatro semanas después del corte, porque además de su baja deshidratación, que hace al tamarindo un fruto muy duradero, es en el sazónamiento donde ocurre el engrosamiento final y los principales cambios químicos y fisiológicos (6).

La pulpa se procesó entonces a despectinizarla para poder obtener jugo clarificado (35), se agregó pectinasa comercial Plerzyme 200 de Wallerstein en concentración de un gramo por kilogramo de pulpa, ensavándose con

raturas de 35°C, 40°C y 45°C (Tabla 2), para efectuar la despectinización. Una vez despectinizada y por consiguiente clarificada y reducida la viscosidad, por una parte se filtró y se prensó utilizando una prensa manual y por la otra se centrifugó en un aparato centrífugo intermitente. Se efectuaron pruebas de centrifugación (Tabla 3) para poder establecer la velocidad y el tiempo experimental más apropiado de extracción. El jugo que se obtuvo tanto filtroprensado como centrifugado se le efectuó un análisis de rendimiento comparativo y un análisis bromatológico (Tabla 4). Al jugo ya clarificado se le agregó 50 p.p.m. de SO<sub>2</sub> y 0.1 g/l de benzoato de sodio como conservador. Después se procedió a la concentración a 70°Brix tanto en rotavapor como en baño de agua en ebullición (Diagrama 1).

#### 4.3.2 Desarrollo para la obtención de refresco instantáneo en polvo.

El extracto blando se diluyó o se ajustó a 22°Bx con agua y maltodextrina. Entonces se procedió a secar la dilución por aspersion para obtener el polvo de tamarindo y con éste último se elaboró el refresco instantáneo. Se utilizaron los siguientes ingredientes: azúcar, ácido cítrico, ácido tánico, fosfato tricálcico y colorante.

##### 4.3.2.1 Pruebas de laboratorio.

1) Preparación de los reactivos necesarios. Se prepararon los reactivos para efectuar los análisis correspondientes, tanto en materia prima como en producto terminado.

2) Control de Calidad de materia prima. Se determinó el control con las especificaciones que da el vendedor.

3) Análisis bacteriológico. Determinación de cuenta total bacteriana.

4) Análisis bromatológico. Determinación de acidez titulable como ácido cítrico y ácido tartárico (polvo de tamarindo).

5) Malleo. Al producto terminado se le determinó el tamaño de partícula final.

6) Pruebas organolépticas. Para evaluar las características de olor y sabor del refresco en polvo de tamarindo.

##### 4.3.2.2 Descripción del equipo.

1) A nivel laboratorio:

a) Mezcladoras Hobart (capacidad de 5 kg, de acero inoxidable)

b) Balanza analítica

c) Agitadora de paletas (eléctrica, de acero inoxidable)

2) A nivel industrial:

a) Tolvas de almacenamiento de materias primas (capacidad de 50 kg, de acero inoxidable)

b) Gusanos transportadores a los dosificadores de polvos (de cierta -- longitud ajustable, de acero inoxidable)

c) Mezcladora final de polvos (capacidad de 100 kg de producto terminado; mezcladora hobart de acero inoxidable)

d) Llenadora de empaquete modular que se opera por sensores (capacidad de 5 g a 1 kg; es de aluminio y de acero inoxidable)

La descripción esquemática del proceso de obtención se observa en el diagrama de bloques 1 (bebida en polvo de tamarindo).

#### 4.3.2.3 Fórmulas tentativas propuestas.

Desarrollo de formulaciones:

Formulación 1.- Polvo de tamarindo.....25.00%  
Azúcar.....45.53%  
Acido cítrico.....25.00%  
Color caramelo..... 1.67%  
Acido tánico..... 2.50%  
Fosfato tricalcico..... 0.30%

Formulación 2.- Polvo de tamarindo.....25.00%  
Azúcar.....58.03%  
Acido cítrico.....12.50%  
Color caramelo..... 1.67%  
Acido tánico..... 2.50%  
Fosfato tricalcico..... 0.30%

donde el fosfato tricalcico se utilizó para eliminar humedad (austracción de humedad), el azúcar es para dar fuerza, el ácido tánico se agregó - porque es un ácido natural del tamarindo que resalta el sabor (resaltador) y el ácido cítrico es el acidificante natural común responsable por lo general de la astringencia ácida de los frutos (cítricos).

#### 4.3.2.4 Empaque y diseño de etiqueta.

El empaque seleccionado para el producto final fué de aluminio recubierto con polietileno, ya que es resistente a la humedad, de fácil manejo, impresión y adquisición en el mercado (38).

El diseño de etiqueta comercial para este tipo de productos se incluye como un todo, y abarca casi todo el envase.

#### 4.3.2.5 Evaluación sensorial del producto en polvo de tamarindo.

En esta evaluación se determinó la influencia de los atributos aroma y sabor sobre el nivel de agrado o aceptación que tuvieron los consumidores (jueces).

Material y método: Participaron 34 consumidores (previamente adiestrados en el sabor tamarindo), en cubículos individuales con luz roja.

##### a) Preparación de las muestras:

- Muestra 1.- 3.0 g de formulación 1  
1.0 lt de agua  
100.0 g de azúcar
- Muestra 2.- 3.0 g de formulación 2  
1.0 lt de agua  
100.0 g de azúcar

b) Presentación de las muestras: Las dos muestras se presentaron y codificaron aleatoriamente, en vasos de unisel blancos, que contuvieron 20 ml de muestra a temperatura ambiente. Se aplicaron las pruebas para determinar la aceptación que se evaluó con los resultados de la escala hedónica (Cuestionario 1). Las instrucciones a los consumidores fueron que ingerieran la muestra y se enjuagara la boca entre una muestra y otra.

Análisis estadístico: La aceptabilidad se determinó con la prueba t de students de datos apareados, porque se analizaron dos muestras al mismo tiempo, para comprobar la hipótesis nula  $H_0 : \mu_a = \mu_b$ ; donde si la T calculada es mayor que la t teórica entonces se rechaza  $H_0$ . Además si dicha T calculada es menor que la t de tablas las muestras son estadísticamente iguales y si es mayor las muestras son diferentes.

Se evaluó las medias aritméticas en la escala hedónica para establecer el nivel de agrado de las muestras experimentales.

#### 4.3.3 Desarrollo para la obtención de bebida gasificada de tamarindo.

Se concentró el jugo clarificado de tamarindo y se obtuvo por una parte el extracto blanco 70°Brix y por la otra un destilado aromático con el cual se elaboró un sabor natural líquido cuya formulación es la siguiente:

Extracto blanco 70°Brix.....	23.25%
Destilado (aroma).....	69.75%
Agua de técnica.....	1.15%
Acidificación cítrica.....	5.85%

Con el sabor natural se procedió a la elaboración del refresco gasificado de tamarindo.

#### 4.3.3.1 Pruebas de laboratorio.

1) Preparación de los reactivos necesarios.

2) Control de Calidad de materia prima. Se determinó el control de acuerdo a las especificaciones que da el vendedor.

3) Análisis microbiológico. Determinación de cuenta total bacteriana y de hongos y levaduras.

4) Análisis bromatológico. Determinación de acidez en extracto blando y en refresco terminado; determinación de sulfatos, cloruros y alcalinidad en el agua de embotellado; determinación de grados Brix y volumen de gas en la bebida terminada.

5) Pruebas organolépticas. Se determinó el nivel de agrado hedónico -- comparando con un producto comercial (Jarritos).

#### 4.3.3.2 Descripción del equipo.

I) A nivel laboratorio:

a) Balanza granataria

b) Agitador eléctrico

c) Manómetro (medidor de presión)

II) A nivel industrial:

a) Multitanque lavador de botellas (automático; de acero inoxidable y acero templado)

b) Bandas giratorias transportadoras de botellas (de acero templado)

c) Tanques abastecedores (con bombas rotatorias de impulsión por motor y válvulas de no retorno; de acero inoxidable).

d) Tanques de premezclas ( de 1000 litros de capacidad; provistos de chaquetas de vapor para aumentar la temperatura; de acero inoxidable).

e) Tanque de mezclado final (de 2500 litros de capacidad; con agitación automática; de acero inoxidable).

f) Cilindros abastecedores de  $\text{CO}_2$  (de 50 kg de capacidad; provistos -- con válvulas reguladoras; de acero comercial).

g) Regulador (es un sistema de control de la presión del gas, el dióxido de carbono ya gaseoso se dirige a un tubo múltiple de distribución que se conecta al regulador y luego al carbonatador; de acero comercial).

h) Carbonatador /ceras-enfriador; el agua de embotellado entra en el tanque de carbonatación de 2500 litros de capacidad, a través de una línea

puesta en la parte superior del tanque y se distribuye con uniformidad sobre las placas de enfriamiento por un conducto de distribución. Una vez que el proceso de enfriamiento y carbonatación se completa el producto entra a un canal colector y se lleva a un tanque de almacenamiento de producto carbonatado donde se puede manipular hasta que se necesite en el tanque de mezclado final; todo el equipo es de acero inoxidable y se opera automáticamente).

i) Llenadora (abastece una mezcla constante a las botellas receptoras; máquina que se programe automáticamente de tal modo que provee las proporciones correctas; es de acero inoxidable).

j) Encorcholadora (automática; de acero comercial)

k) Máquina etiquetadora y empacadora (automática).

La descripción del proceso de obtención se expresa esquemáticamente en el diagrama de bloques 2 (bebida gasificada de tamarindo).

#### 4.3.3.3 Fórmula tentativa propuesta.

Desarrollo de formulación:

Jarabe 60 <sup>o</sup> Brix de sacarosa.....	16.50%
Solución de ácido cítrico 50%.....	0.20%
Extracto blando 70 <sup>o</sup> Bx de tamarindo.....	0.60%
Sabor natural líquido de tamarindo.....	0.20%
Color caramelo natural al 2%.....	0.10%
Agua de embotellado (tipo 1+5).....	82.40%

#### 4.3.3.4 Evaluación sensorial de la bebida gasificada de tamarindo.

En esta evaluación se comparó la bebida gasificada experimental con un refresco gasificado comercial marca Jarritos para determinar cuál se acepta más por el consumidor.

Material y método: Participaron 47 jueces consumidores en cubículos individuales con luz blanca.

Presentación de las muestras: Las dos muestras se presentaron (aproximadamente 1 minuto después del destape de las botellas experimentales y comerciales), y codificaron aleatoriamente en vasos de plástico transparentes que contuvieron 20 ml de muestra a temperatura ambiente.

Se aplicó la prueba de nivel de agrado con escala hedónica (cuestionario 2).

Los consumidores ingerieron la muestra y se enjuagaron entre una muestra y otra.

Análisis estadístico: Se realizó por la prueba t de students de datos apareados para comprobar la hipótesis nula. -  $H_0 : \mu_j = \mu_c$  ; se obtuvieron la T calculada y la t de tablas para determinar si las muestras son estadísticamente diferentes o no.

Con las medias aritméticas de la escala hedónica se estableció el nivel de agrado de las muestras.

#### 4.3.4 Desarrollo para la obtención de los "vinos" de tamarindo.

Se utilizó pulpa de tamarindo en estado de sazón considerado como sobremaduro.

Se hicieron tres diferentes ensayos para la obtención de los "vinos", los cuáles fueron:

##### Mosto 1.- "Vino" dulce.

Se empleó 33.3% de pulpa y 66.6% de agua, endonde el objeto de diluir la pulpa fué el de tener un medio fluido para que la levadura pudiera actuar libremente. La dilución implicó una reducción de azúcares reductores y totales y de la acidez en la pulpa, por lo que se necesitó ajustar el mosto a 24<sup>o</sup>Brix con azúcar hidrolizada para tener un buen rendimiento de dióxido de carbono y alcohol, y obtener un alto contenido de azúcares reductores -- (que se fueron degradando conforme transcurrió la fermentación), cuando se estableció el paro de la fermentación. Cualquier mosto experimental debe tener aproximadamente de 50-60 g/l de azúcares reductores finales para considerársele como "vino" dulce (43).

Para llegar a la concentración de 24<sup>o</sup>Bx en la preparación del mosto se procedió a la chaptalización vinícola.

Se adicionaron 100 p.p.m. de SO<sub>2</sub> en el mosto para inactivar las bacterias y las levaduras naturales presentes en la pulpa de tamarindo.

Inoculación del mosto: Se realizó con la levadura seca activa de *Saccharomyces cerevisiae* variedad *ellipsoideus* (levadura del vino que ofrece una mejor fermentación). Antes de inocular la levadura se hidrató aproximadamente a 75% de humedad con agua destilada a 30<sup>o</sup>C.

Se adicionó 1 g de levadura por 1 litro de mosto, lo cuál arrojó una concentración de 25,000 millones de células activas por litro.

Se dejó fermentar a la temperatura de cuarto (aproximadamente 20<sup>o</sup>C).

Remontado: Durante el transcurso de la fermentación se efectuó el remontado, que provocó una dilución adecuada de aire en el mosto, que es primordial para homogenizar el medio e inducir la fermentación correcta de la -

levadura. El remontado experimental se hizo manualmente cada tercer día con ayuda de recipientes de capacidad pequeña.

Se determinaron los azúcares reductores y los grados Brix durante toda la fermentación para poder establecer el paro de la misma.

Al parar la fermentación se eliminaron las heces por filtración en paños y posteriormente el "vino" se clarificó por medio de una filtración a través de una cama de célite (ayudafiltro), bajo vacío, aquí se le confirió brillantez al vino (46).

Se determinó la cantidad de  $SO_2$  y se ajustó para tener 100 p.p.m.

Se embotelló el "vino" en garrafones de capacidad de 1 galón que se mandaron a refrigeración ( $4^{\circ}C$ ), hasta la precipitación apropiada de bitartratos (2meses).

Después de la refrigeración se filtró de nuevo en una cama de célite al vacío. Inmediatamente se procedió a colocar el "vino" en botellas adecuadas para ser encorchadas manualmente. Las botellas se llevaron entonces a la cave durante 6 meses que fué el tiempo de envejecimiento experimental.

Mosto 2.- "Vino" semiseco.

Se siguió el mismo procedimiento que en el "vino" dulce, sólo que se ajustó el mosto a  $22^{\circ}Bx$  por medio de la chaptalización y se necesitó una concentración final aproximada de 30-50 g/l de azúcares reductores para que se considerará "vino" semidulce (43).

Mosto 3.- "Vino" seco.

Su procedimiento fué el mismo que los anteriores, sólo que aquí se ajustó a  $20^{\circ}Bx$  y se necesitó una concentración final de azúcares reductores de 4-5 g/l para considerársele "vino" seco (43).

Por último se realizó el análisis sensorial de los tres "vinos" de tamarindo a nivel de conocedores y a nivel de consumidores.

1) A nivel conocedores.

A 12 jueces se les aplicó una prueba con 12 juicios (Questionario 3) - donde se indicó que se marcarán su percepción de agrado con una (X) entre muestra y muestra y su percepción de no agrado con un número (en una escala ascendente de 1 a 3).

Las muestras se presentaron y codificaron aleatoriamente en cubículos independientes con luz blanca. Se sirvieron 20 ml de "vino" experimental en copas transparentes a temperatura ambiente. A los jueces se les indicó que ingerieran la muestra y se enjuagaran la boca entre una muestra y otra.

2) A nivel consumidores.

Se realizó un análisis del "vino" dulce que se comparó con el "vino" - semiseco experimental para establecer cuál de los dos se acepta más por el consumidor.

Se aplicó la prueba de nivel de agrado con escala estructurada de uno a nueve (Questionario 4).

Participaron 30 consumidores en cubículos individuales con luz blanca. Las muestras se presentaron (aproximadamente 1 minuto después del descor--- che), y codificaron aleatoriamente. Se sirvieron 20 ml de "vino" en copas - transparentes y a temperatura ambiente. A los consumidores se les proporcionó la instrucción de que ingerieran la muestra y se enjuagaran la boca en-- tre una muestra y otra.

Análisis estadístico: Por prueba t de students de datos apareados para comprobar la hipótesis nula;  $H_0 : u_j = u_c$ . Se determinaron la T calculada y la t teórica para saber si las muestras son estadísticamente iguales o no.

También se obtuvieron las medias aritméticas de la escala estructurada para evaluar el nivel de agrado de los "vinos" experimentales por el consu-- midor.

4.3.5 Obtención de substancias pécticas a partir de semillas de tama-- rindo.

La extracción de semillas del fruto de tamarindo se llevó a cabo en -- forma mecánica a partir del despulpador automático.

Como las semillas salieron del despulpador con residuos se lavaron a - contracorriente de agua. Las semillas se encontraban húmedas, se secaron al sol por un día, se remojaron en una solución con 5% de sosa y se volvieron a secar al sol.

La molienda mecánica de semilla seca se efectuó en un molino de marti-- llos Siemens. Se procuró tener un diámetro de partícula experimental que pa-- sará malla 40.

Procedimiento de extracción péctica: Al polvo del núcleo de la semilla de tamarindo se le añadió gradualmente 40 veces su peso de agua hirviendo - que tuvo ácido tartárico en una concentración de 0.2%.

La mezcla se agitó vigorosamente y se continuó la ebullición por 40 mi-- nutos. La solución que resultó se retuvo en recipientes apropiados durante 24 horas para que la mayoría de las proteínas y fibra (residuos) se asenta-- ran. El licor se extrajo con sifón y se concentró bajo vacío. Los residuos

entonces se estrujaron en paños limpios para obtener el máximo de licor. A dichos residuos se les determinó el porcentaje péctico por método colorimétrico.

El licor concentrado se aciduló con HCl ajustando el pH en un rango de 2.6 a 2.8. Se calentó durante 2 horas a 79-85°C. El extracto líquido se filtró y se separó de los residuos sólidos que se prensaron y se les determinó el % péctico por colorimetría.

El extracto péctico se dejó enfriar y reposar hasta que la temperatura descendió a 50-60°C, se ajustó entonces el pH a 4.0-4.5 y se agregó enzima clarificadora (extracto de enzima diastásica) para hidrolizar cualquier almidón presente en la solución. Se realizaron ensayos de yodo para establecer el tiempo necesario de degradación total de almidón.

El extracto se calentó rápidamente a 85°C para inactivar las enzimas, se enfrió y se filtroprensó. Después se procedió a la precipitación con alcohol etílico al 96%. La pectina precipitó en masas esponjosas fibrosas. El precipitado se llevó sobre un tamiz de malla fina y se prensó para recuperar la mayor parte del alcohol. Para aumentar la deshidratación se suspendió el producto en etanol, se añadió sulfito de sodio hasta pH neutro y se comprimió de nuevo. Se llevó a un secador por espreas. El producto seco se remojó con agua destilada y alcohol y se filtró. La torta filtrada libre de toda materia no péctica soluble en agua o alcohol se lavó nuevamente con etanol al 90%, se filtroprensó hidráulicamente y se secó al vacío.

#### 4.3.6 Determinación de taninos a partir de la cáscara de tamarindo.

La determinación experimental de taninos de la cáscara de tamarindo -- fué cualitativa y colorimétrica.

La metodología general se describió en el inciso 4.2.26, donde la única variación técnica fué en la preparación de la muestra, se siguieron dos procedimientos preparativos: 1) Tal como se manifestó en el inciso 4.2.26; y 2) Se pesó 5 g de muestra sólida molida, se agregó 150 ml de agua y se calentó a ebullición durante 30 minutos; se repitió la operación en tres ocasiones recogiendo el extracto cada vez. Se aforó al volumen más próximo, se agitó y filtró. Se tomó 1 ml del filtrado, se le añadió 75 ml de agua, 5 ml de reactivo Folin-Denis y 10 ml de solución saturada de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , se aforó a 100 ml con  $\text{H}_2\text{O}$  destilada y se homogenizó. Se filtró sobre un matraz y se procedió a realizar la lectura colorimétrica.

DIAGRAMA 1

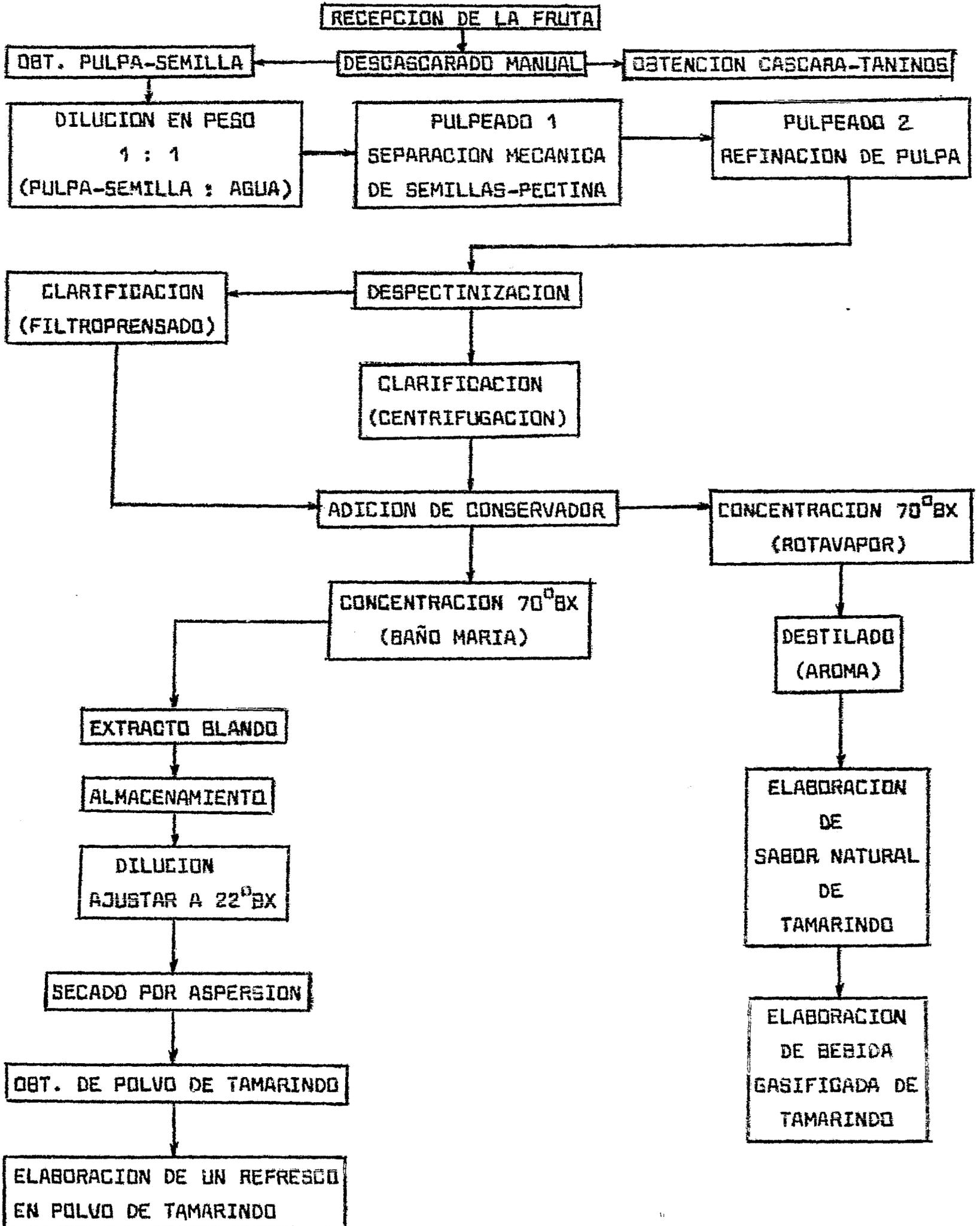


DIAGRAMA 2  
VINIFICACION

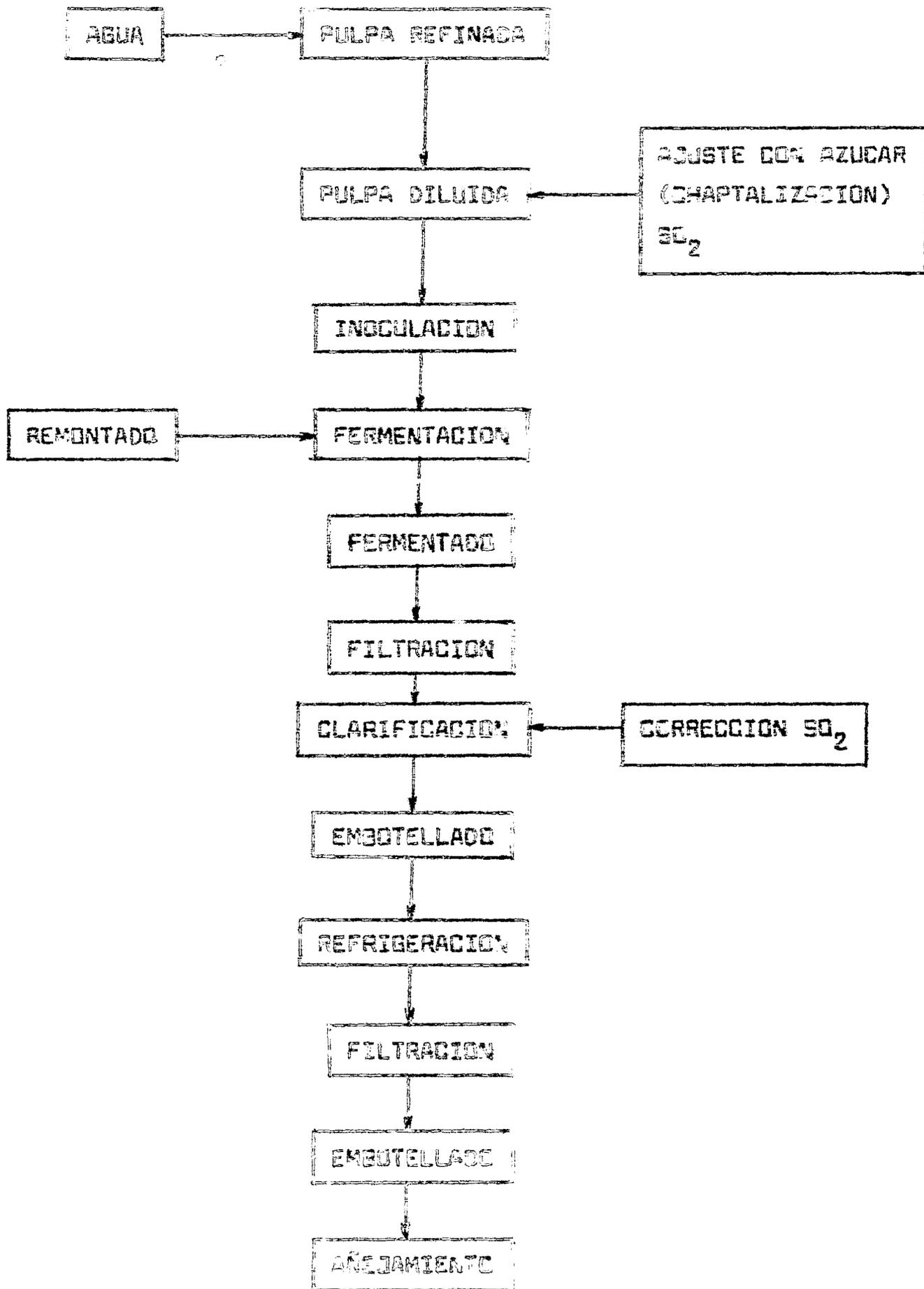


DIAGRAMA 3

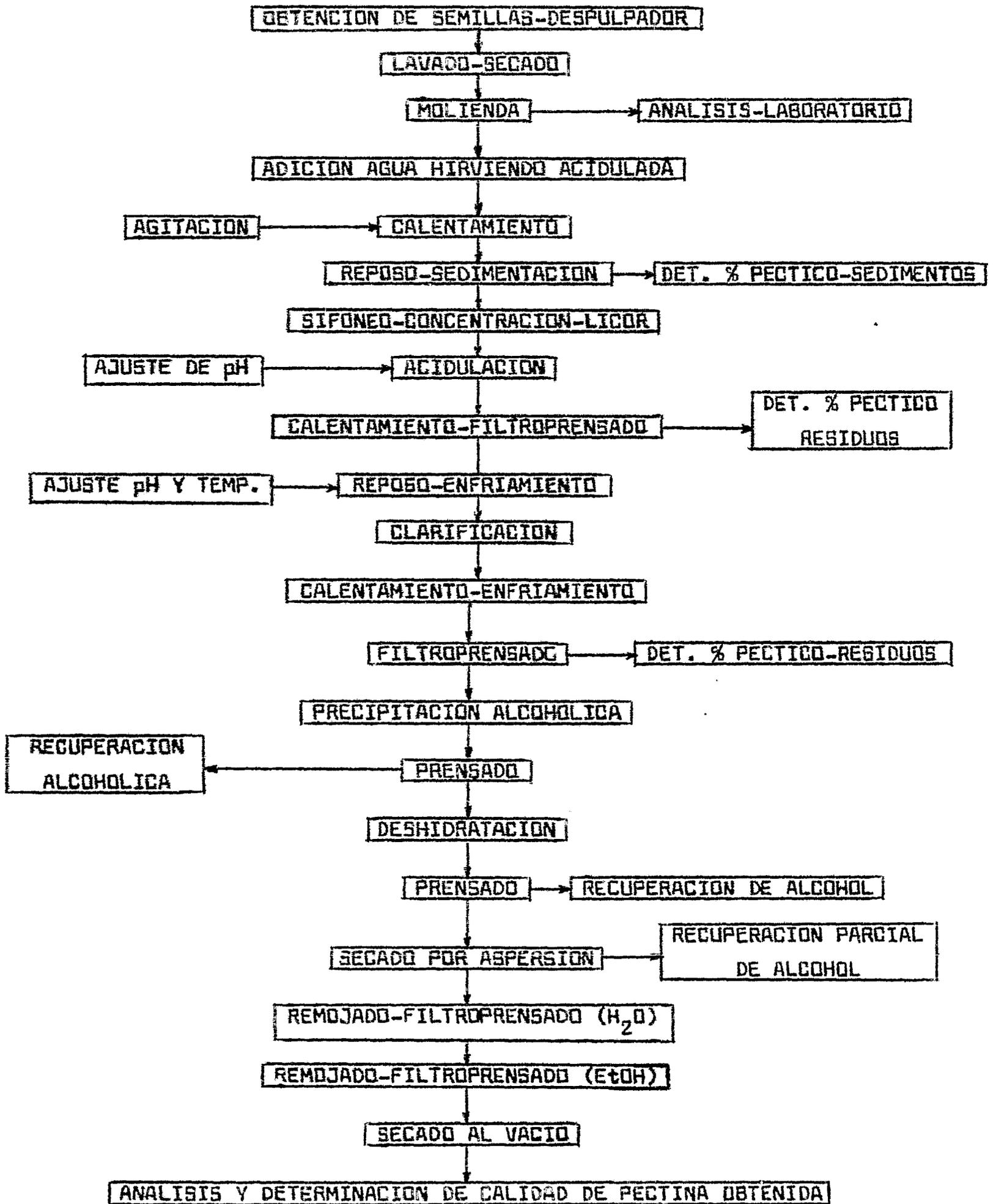


DIAGRAMA 4

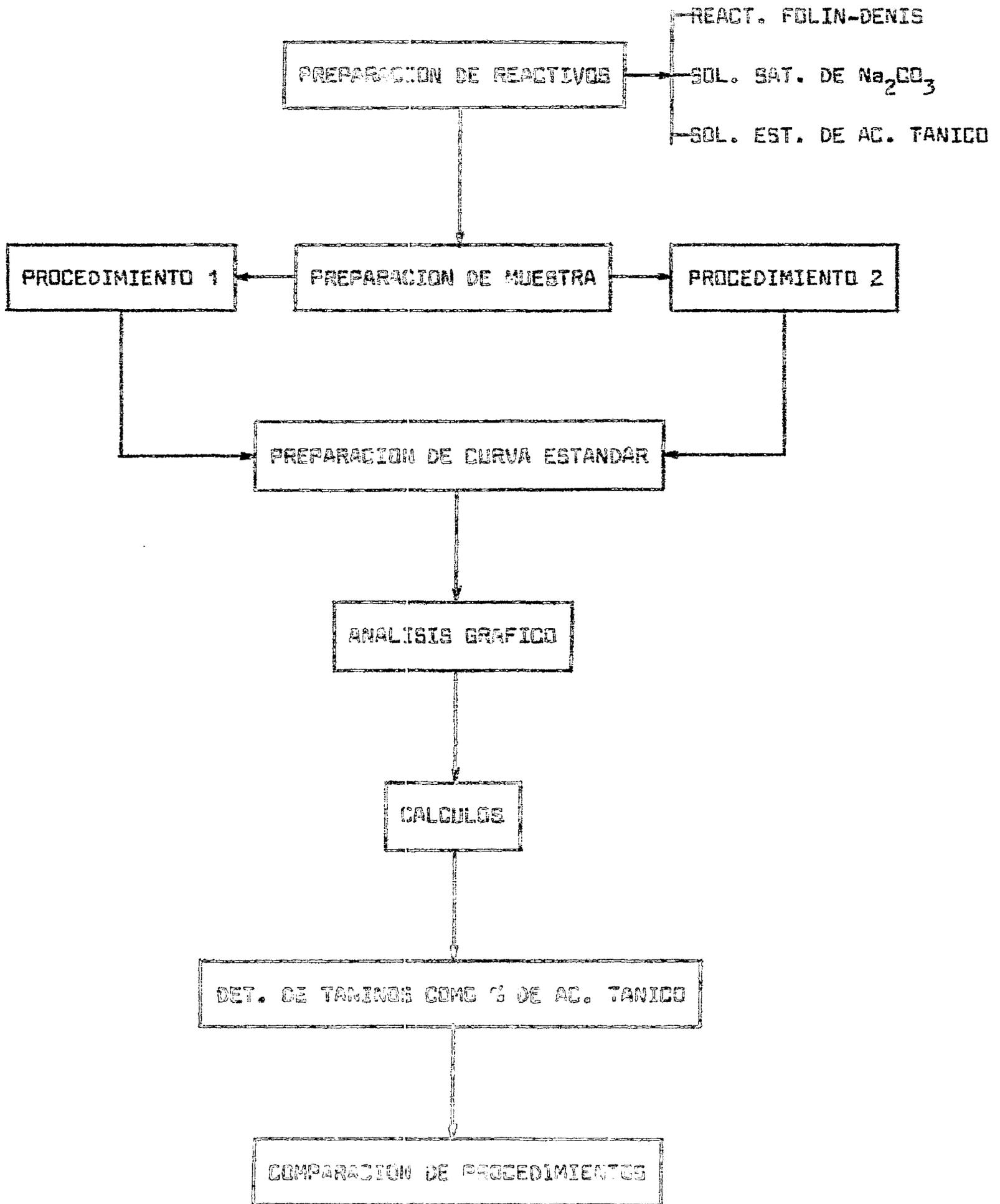


DIAGRAMA DE BLOQUES 1  
BEBIDA EN POLVO DE TAMARINDO

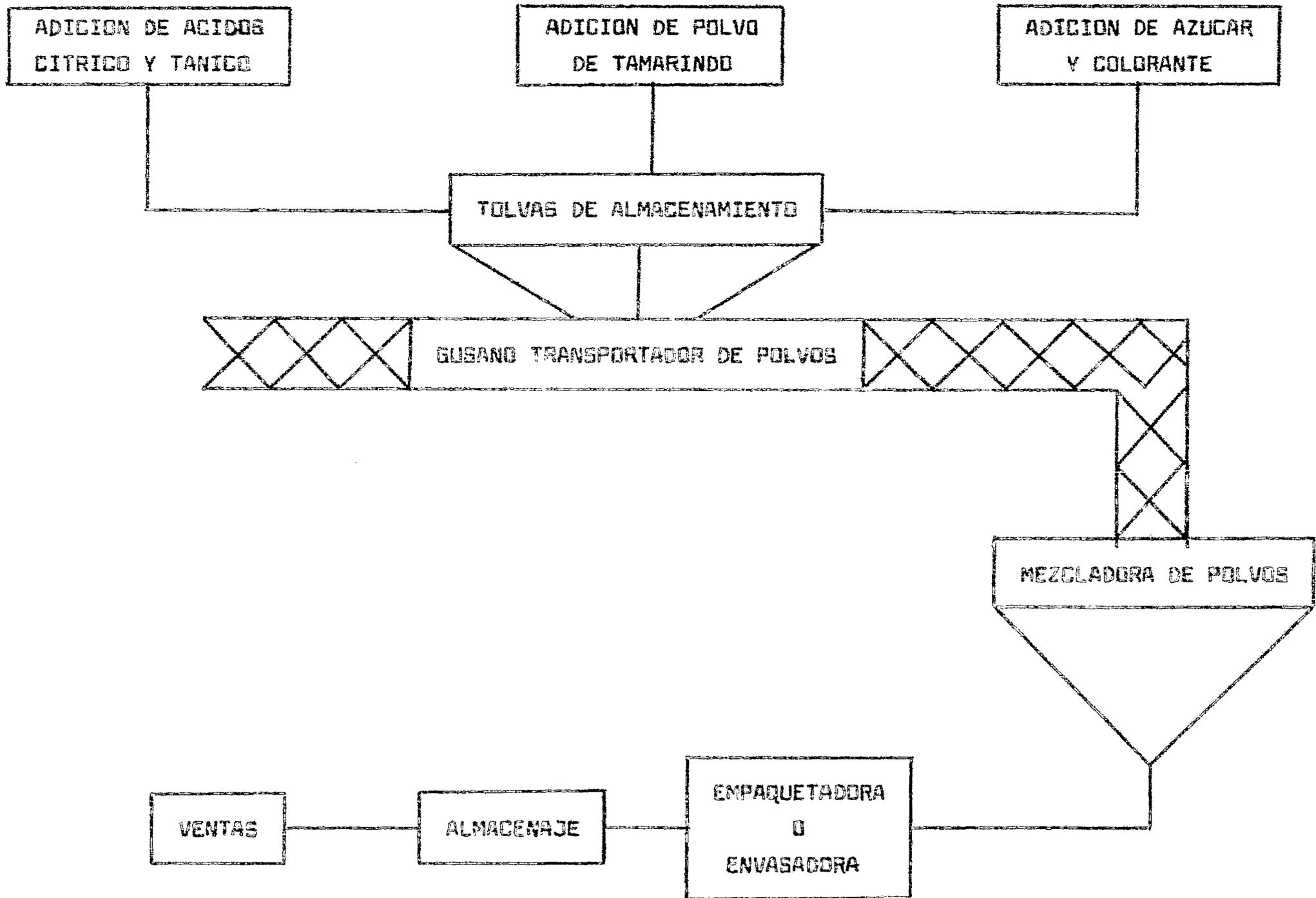
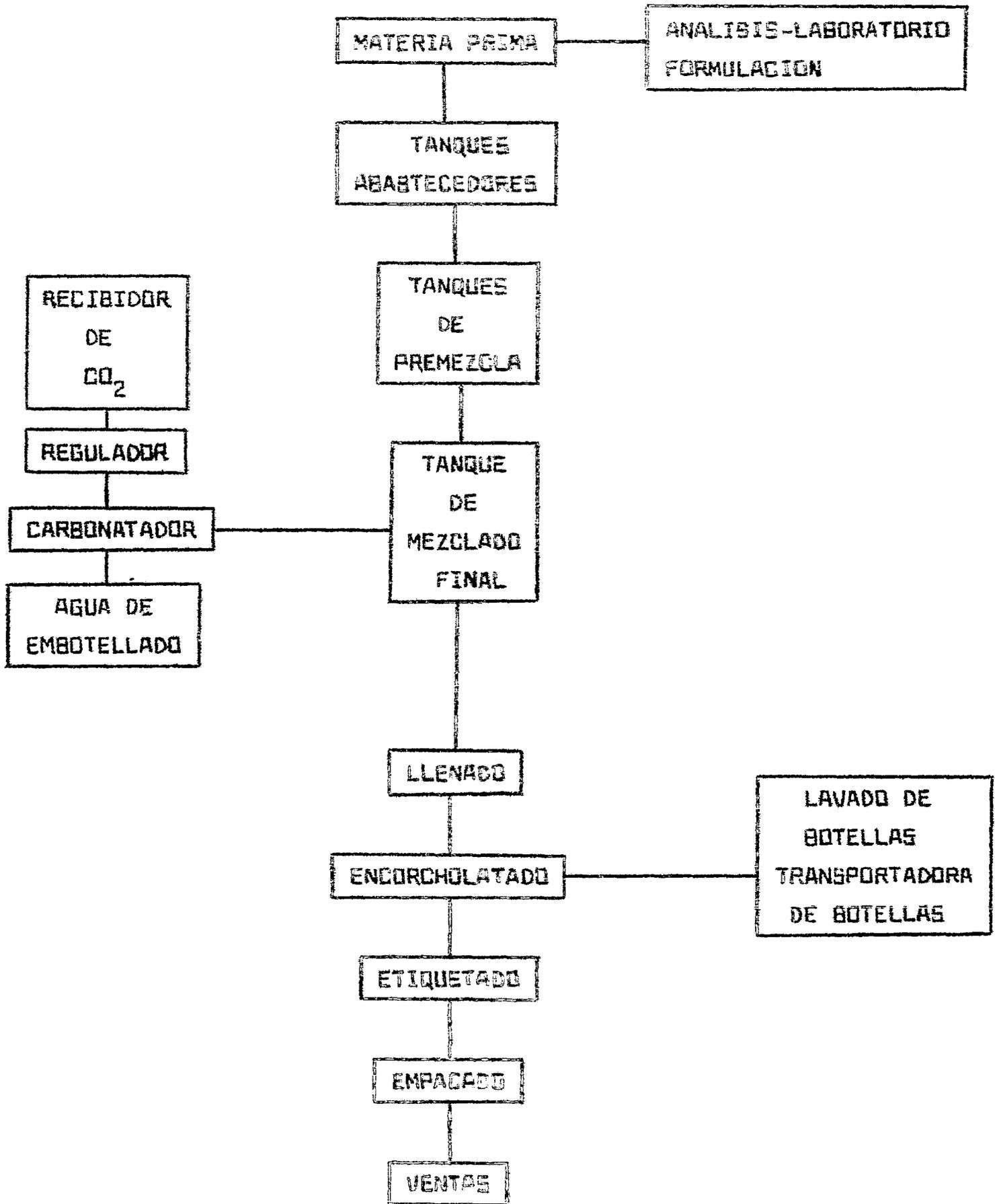


DIAGRAMA DE BLOQUES 2

BEBIDA GASIFICADA DE TAMARINDO



CUESTIONARIO 1

CUESTIONARIO PARA EVALUAR \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Usted, está recibiendo unas muestras de BEBIDAS DE TAMARINDO codificadas con un número. Examine cada una por separado en la escala - que se le presente. Entonces marque el nivel de agrado según su criterio, con respecto al sabor y olor.

- |                         |       |       |
|-------------------------|-------|-------|
| Gusta extremadamente    | _____ | _____ |
| Gusta mucho             | _____ | _____ |
| Gusta moderadamente     | _____ | _____ |
| Gusta ligeramente       | _____ | _____ |
| Ni gusta ni disgusta    | _____ | _____ |
| Disgusta ligeramente    | _____ | _____ |
| Disgusta moderadamente  | _____ | _____ |
| Disgusta mucho          | _____ | _____ |
| Disgusta extremadamente | _____ | _____ |

Describa por lo que le gustan o disgustan las muestras:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Indique su orden de preferencia:

1o. \_\_\_\_\_ 2o. \_\_\_\_\_

QUESTIONARIO 2

QUESTIONARIO PARA EVALUAR \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Usted, está recibiendo muestras de REFRESCOS GASIFICADOS DE TAMARINDO codificadas con un número. Examine cada una por separado en la escala que se le presente. Entonces marque el nivel de agrado según su criterio.

Gusta extremadamente	_____	_____
Gusta mucho	_____	_____
Gusta moderadamente	_____	_____
Gusta ligeramente	_____	_____
Ni gusta ni disgusta	_____	_____
Disgusta ligeramente	_____	_____
Disgusta moderadamente	_____	_____
Disgusta mucho	_____	_____
Disgusta extremadamente	_____	_____

Describe por lo que le gustan o disgustan las muestras:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



CUESTIONARIO 4

EVALUACION DE VINO DE TAMARINDO

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Pruebe las muestras en el orden presentado de izquierda a derecha. Enjuague la boca entre una muestra y otra. Indique su gusto - calificando a cada una de las muestras según la escala que se le da a continuación.

H = Escala Hedónica = -----  
1 2 3 4 5 6 7 8 9

I) MUESTRAS

H

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

II) ¿Por qué les dió esa calificación?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## V. RESULTADOS

El tamarindo que se empleó para este estudio muestra los siguientes porcentajes de los componentes de la fruta en valor promedio, encontrándose el fruto en estado de sazón considerado para sobreacidez:

Pulpa.....	42.6%
Fibra.....	2.9%
Semilla.....	31.0%
Cáscara.....	23.5%

Al observar la tabla 1 los promedios de pulpa, semilla y cáscara experimentales tuvieron menos diferencias entre ellos que los demás tamarindos de diferentes partes del país. Como el trabajo realizado se enfocó a la manipulación de estos tres constituyentes sin prioridad, la relación que guardaron en porcentaje se consideró como la más apropiada entre todas las analizadas.

La pulpa que se obtuvo en la forma que indica el inciso 4.1 se le determinó por lotes las siguientes características en promedio:

Acidez.....	4.77% como ác. tartárico
Acidez.....	4.42% como ác. cítrico
Az. Reductores.....	22.22%
Az. Totales.....	26.45%
Grados Brix.....	30.50°Bx

De los anteriores resultados no se estableció comparación bibliográfica porque la pulpa se extrajo en forma particular bajo ciertas condiciones, tales como la dilución experimental con agua y el descascarado y desfibrado manual.

TABLA 1

## ANALISIS FISICO DE TAMARINDO

CARACTERISTICA	A	B	C	D	E	F
LONGITUD PROMEDIO (cm)	15.70	11.22	10.20	11.57	-----	-----
ANCHO PROMEDIO (cm)	2.60	2.47	2.30	2.15	-----	-----
No. DE PIEZAS POR KILOGRAMO	37.00	60.00	-----	-----	-----	-----
PESO PROMEDIO DE VAINA ENTERA (g)	32.20	16.60	-----	-----	-----	-----
SEMILLAS PROMEDIO POR VAINA	6.00	4.00	6.00	-----	-----	-----
% PROMEDIO DE FIBRA	2.90	3.55	2.50	2.93	3.44	4.04
% PROMEDIO DE CASCARA	23.30	18.92	17.29	21.07	15.18	18.36
% PROMEDIO DE SEMILLA	31.00	33.70	37.67	29.13	27.09	27.32
% PROMEDIO DE PULPA	42.80	43.83	42.54	46.78	54.29	50.28

en donde; A) Tamarindo experimental de Tecoman, Colima.

B) Tamarindo de Tapachula, Chiapas.

C) Tamarindo de Tehuiztzingo, Puebla.

D) Tamarindo de Soledad de Doblado, Veracruz.

E) Tamarindo de Colima, Colima.

F) Tamarindo de Toluca, Veracruz.

5.1 Jugo clarificado.

En las pruebas efectuadas para la despectinización de la pulpa con tratamiento enzimático, como se muestra en la tabla 2, se encontraron, de acuerdo a la expresión en la gráfica: Medición de viscosidad a diferentes tiempos en la despectinización de pulpa de tamarindo, los siguientes tiempos para la clarificación de la fruta a pH 2.75 del medio:

Temperatura	Tiempo
35°C	60'
40°C	40'
45°C	30'

Aquí se presentaron los cambios sufridos por la pulpa al despectinizar se durante el desarrollo de la actividad enzimática, donde se observó que conforme aumenta la temperatura disminuye el tiempo que debe esperar para llegar a la despectinización completa.

Para fines experimentales se consideró como temperatura óptima 40°C y el tiempo 40 minutos porque además de ser un tiempo relativamente corto, se recomienda no emplear temperaturas superiores a 40°C para prevenir posibles oscurecimientos y cambios en el sabor.

Los jugos que se obtuvieron mediante los dos procedimientos; tanto centrifugado como filtrado, presentaron un color café brillante transparente en ambos casos y características bromatológicas similares (observar tabla 4: Análisis de jugo clarificado), pero una marcada diferencia en el porcentaje de rendimiento de extracción en la relación jugo clarificado extraído/cantidad de pulpa despectinizada fué la que condujo a la elección del proceso de centrifugación en la obtención general de jugo.

Al realizarse pruebas de centrifugación, cuyos resultados se observan en la tabla 3, se optimizó el proceso intermitente experimental. Los resultados considerados fueron:

Revoluciones por minuto (r.p.m.).....2350  
Tiempo óptimo (minutos)..... 20

en donde lo anterior se determinó porque elaborar a menos de 2450 r.p.m., que es la máxima velocidad centrífuga, evita sobrecalentamientos en el equipo y se obtiene un intervalo de seguridad operacional.

MEDICION DE VISCOSIDAD A DIFERENTES TIEMPOS  
EN LA DESPECTINIZACION DE PULPA DE TAMARINDO  
CON TRATAMIENTO ENZIMATICO Y pH 2.73.

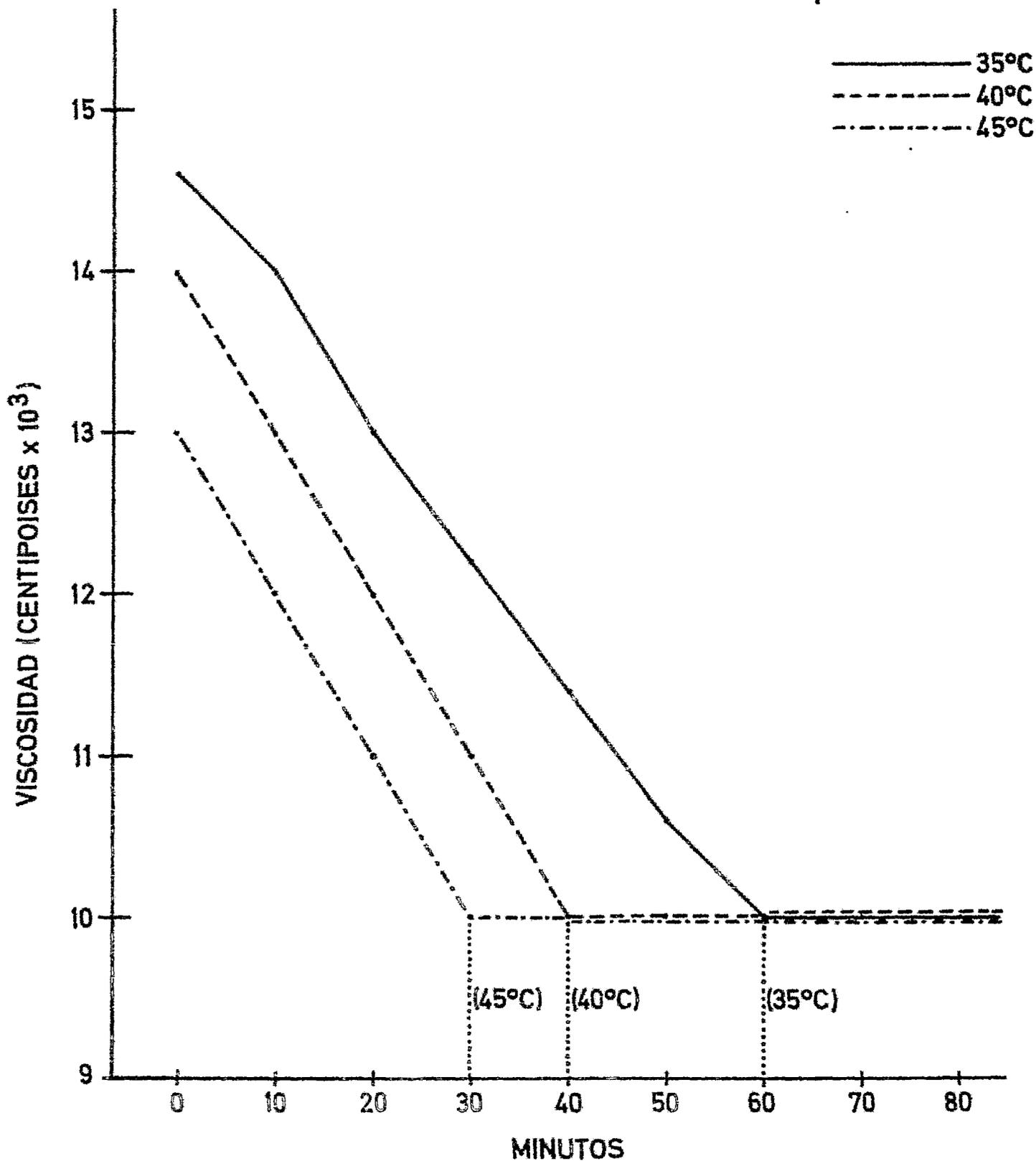


TABLE 2

RESISTIVE LOSS OF PULP OF TAMPRIAN  
(REPORTS OF PULP OF MISCELLANEOUS)

NO.	MODEL	HT (cm)	P.A.P.	LASTING	PROTECT	W (gms)	TEMP. (°C)	RESULT
1	RVT	7	10	3.25	4(H)	13000	45	100'
2	RVT	7	10	3.00	4(H)	12000	45	10'
3	RVT	7	10	2.75	4(H)	11000	45	20'
4	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	45	30'
5	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	45	40'
6	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	45	50'
7	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	45	60'
8	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	45	70'
9	RVT	7	10	3.50	4(H)	14000	40	00'
10	RVT	7	10	3.25	4(H)	13000	40	10'
11	RVT	7	10	3.00	4(H)	12000	40	20'
12	RVT	7	10	2.75	4(H)	11000	40	30'
13	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	40	40'
14	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	40	50'
15	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	40	60'
16	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	40	70'
17	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	40	80'
18	RVT	7	10	3.00	4(H)	14000	35	00'
19	RVT	7	10	3.50	4(H)	14000	35	10'
20	RVT	7	10	3.25	4(H)	13000	35	20'
21	RVT	7	10	3.00	4(H)	12200	35	30'
22	RVT	7	10	2.85	4(H)	11400	35	40'
23	RVT	7	10	2.65	4(H)	10600	35	50'
24	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	35	60'
25	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	35	70'
26	RVT	7	10	2.50	4(H)	10000	35	80'
27	RVT	7	10	2.70	4(H)	10000	35	90'

TABLE 3

PRUEBAS DE CENTRIFUGACION

VELOCIDAD	r.p.m.	TIEMPO (MIN)	PESO PULPA DEJECTINIZADA (GRAMOS)	PESO JUGO EXTRAIDO (GRAMOS)	RELACION EN % DE JUGO EXT./PULPA DEJECT.
70	2200	10	1608.0	860.1	53.488 %
70	2200	15	1586.1	879.2	55.432 %
70	2200	20	1587.4	900.0	56.695 %
80	2250	10	1592.5	879.3	55.215 %
80	2250	15	1599.4	909.9	56.890 %
80	2250	20	1593.5	927.8	58.224 %
90	2350	10	1532.0	863.3	56.351 %
90	2350	15	1581.1	926.4	58.592 %
90	2350	20	1587.0	961.2	60.567 %
100	2450	20	1590.0	963.0	60.566 %

\*Las pruebas se realizan a temperatura ambiente

\*\*La centrífuga que se usa es intermitente y eléctrica, provista de un aparato que registra directamente las r.p.m.

TABLA 4  
ANÁLISIS DE JUGO CLARIFICADO

DETERMINACION	JUGO CENTRIFUGADO	JUGO FILTROPRENSADO
SOLIDOS SOLUBLES (%)	26.50	26.00
% ACIDEZ (AC. CITRICO)	3.033	3.030
% ACIDEZ (AC. TARTRICO)	3.251	3.247
RELACION AZUCAR/ACIDO (CITRICO)	8.570	8.580
RELACION AZUCAR/ACIDO (TARTARICO)	8.002	8.010
pH	2.700	2.700
% RENDIMIENTO JUGO EXTRAIDO/PULPA DESPECTINIZADA	60.56	45.65

### 5.2 Refresco instantáneo en polvo.

Los resultados del producto desarrollado en polvo de tamarindo se observan en la tabla 5, en ésta se observa que las diferencias en acidez entre los productos 1 y 2 se debieron a las formulaciones, ya que el primero muestra mayor contenido de ácido cítrico que el segundo.

Los tipos de formulaciones que se estudiaron y seleccionaron para proponerse como las mejores, fué conforme a la experiencia adquirida a partir de un grupo de saboristas industriales mexicanos.

En la obtención de polvo de tamarindo la formulación de la premezcla antes del secado por aspersión fué la siguiente:

Maltodextrina (Maltrin).....	0.6 Kg
National.....	0.4 Kg
Agua.....	1.0 Kg
Extracto blando 70 <sup>o</sup> Bx.....	0.3 Kg

obteniéndose un kilo de polvo de tamarindo, que equivale al 76.92% de rendimiento en base seca.

La proporción de encapsulante se mantuvo constante en los ensayos de secado, variándose las cantidades de extracto blando de 0.1 a 0.5 Kg, considerándose 0.3 Kg como la cantidad óptima suficiente para proporcionar el sabor necesario al producto final.

La temperatura de entrada del secador fué 175<sup>o</sup>C y la de salida de 80<sup>o</sup>C, la presión interna fué 2500 psi., condiciones que se controlaron para obtener un polvo homogéneo.

#### 5.2.1 Resultados del análisis sensorial.

El análisis sensorial del refresco en polvo se basó en la influencia del contenido de ácido cítrico en las formulaciones.

Prueba de signos. Escala hedónica. Análisis por prueba t de students de medias relativas en pruebas apareadas con escala hedónica, la cuál tiende a ser escala de intervalo y es paramétrica y ordinal.

(X1) Formulación 1

(Y1) Formulación 2

Signos (+) = 5 No. de veces  $X_i < Y_i$   
 Signos (-) = 28 No. de veces  $X_i > Y_i$   
 Signos (L) = 1 No. de veces  $X_i = Y_i$

T calculada  $A = 4.492$   
 Grados de libertad  $B = 33.000$   
 Diferencia entre medias  $C = 1.176$

Aceptabilidad con la prueba t de students de datos apareados para comprobar la hipótesis nula  $H_0 : \mu_a = \mu_b$  ;  $H_0$  : No se tiene preferencia por -- ninguna bebida en polvo en particular con respecto al sabor y olor.

Si T calculada  $>$  t teórica entonces RECHAZO  $H_0$ .

	$T_c$	$t_c$	
con nivel de significancia = 0.05	4.49	2.42	RECHAZO $H_0$
40:00.975			
con nivel de significancia = 0.01	4.49	2.02	RECHAZO $H_0$
40:00.99			

Medias:

Formulación 1.-  $\bar{x} = 224/34 = 6.59$  (gusta ligeramente)  
 Formulación 2.-  $\bar{x} = 184/34 = 5.41$  (ni gusta ni disgusta)

Características reportadas por los consumidores:

<u>Formulación 1</u>	<u>Frecuencia</u>
Es más natural	11
Mejor equilibrio ácido/azúcar	2
Ligeramente astringente	3
Es agradable	4
Le falta ligero sabor a tamarindo	16
Su sabor es ácido	2

<u>Formulación 2</u>	<u>Frecuencia</u>
Sabor astringente	0
Le falta mucho sabor a tamarindo	0
Por ser dulce es agradable	14
Agradable por su sabor agridulce	5

TARIFA 5

ANÁLISIS DE PRODUCTOS DE TAMARINDO

NO. PRODUCTO:

POLVO DE TAMARINDO  
 PRODUCTO EN POLVO  
 AZUCAR

POWDERED TAMARINDO  
 POLYMERIZED GRANULAR SUGAR  
 POLYMERIZED GRANULAR SUGAR

TAMARINDO DE PARTICULAS:

POLVO DE TAMARINDO  
 PRODUCTO EN POLVO 1\*  
 PRODUCTO EN POLVO 2\*  
 AZUCAR  
 AC. CITRICO

PASA MALLA # 40-----91.7%  
 PASA MALLA # 40-----91.7%  
 PASA MALLA # 40-----91.6%  
 PASA MALLA # 40-----90.0%  
 PASA MALLA # 40-----91.0%

% HUMEDAD:

PRODUCTO EN POLVO 1\*  
 PRODUCTO EN POLVO 2\*

0.5%  
 0.5%

% ACIDEZ TITULABLE:

POLVO DE TAMARINDO  
 PRODUCTO EN POLVO 1\*  
 PRODUCTO EN POLVO 2\*

22.85% COMO AC. CITRICO  
 24.48% COMO AC. TARTRICO  
 33.22% COMO AC. CITRICO  
 35.59% COMO AC. TARTRICO  
 20.72% COMO AC. CITRICO  
 22.15% COMO AC. TARTRICO

PUREZA BACTERIOLOGICA:

AZUCAR  
 PRODUCTO EN POLVO 1\*  
 PRODUCTO EN POLVO 2\*

APROX. 200 COLONIAS/GRAMO  
 APROX. 200 COLONIAS/GRAMO  
 APROX. 200 COLONIAS/GRAMO

MATERIAL DE EMPAQUE:

PRODUCTO EN POLVO

GLASSE-POLYETHYLENE, ALUMINIO

ALMACENAJE:

PRODUCTO EN POLVO

MANTENGASE EN RECIPIENTES CERRADOS  
 Y EN LUGARES SECOS

(\*FORMULACION)

### 5.3 Bebida gasificada.

Los resultados del refresco gasificado de tamarindo se muestran en la tabla 6.

Se trató de igualar las características del refresco experimental con el refresco comercial donde todos los parámetros analizados se han establecido a base de la experiencia y la aceptación del consumidor (40).

La diferencia entre los refrescos comparados fué en el sabor concentrado donde el experimental es natural y el comercial es artificial.

#### 5.3.1 Resultados del análisis sensorial.

Este análisis se proyectó para establecer o no, diferencias significativas y para ver las posibilidades de aceptación del producto natural sobre el artificial.

Prueba de signos. Escala hedónica. t de students.

(Xi) Formulación experimental

(Yi) Formulación comercial

Signos (+) = 20 No. de veces  $X_i < Y_i$

Signos (-) = 26 No. de veces  $X_i > Y_i$

Signos (E) = 1 No. de veces  $X_i = Y_i$

T calculada                      A = 0.96

Grados de libertad              B = 46.00

Diferencia entre medias      C = 0.24

Aceptabilidad con la prueba t de students de datos apareados para comprobar la hipótesis nula  $H_0 : \mu_j = \mu_c$  ;  $H_0$  : No se tiene preferencia por -- ningún refresco gasificado en particular con respecto al sabor y olor.

Si T calculada  $>$  t teórica entonces RECHAZO  $H_0$ .

con nivel de significancia = 0.05                       $\overset{T_c}{0.96} < \overset{t_t}{2.39}$                       ACEPTACION  $H_0$   
60:00.975

con nivel de significancia = 0.01  
60:00.99

$$t_c < t_t \quad 0.95 < 2.00 \quad \text{ASEPTACION Ho.}$$

Medias:

Formulación experimental.-  $\bar{x} = 6.09$  (gusta ligeramente)

Formulación comercial .-  $\bar{x} = 5.85$  (gusta ligeramente)

Características reportadas por los consumidores:

<u>Formulación experimental</u>	<u>Frecuencia</u>
Color característico	4
Sabor ácido característico	14
Buena relación ácido/azúcar	4
(*) Le falta olor a tamarindo	8
(*) Le falta sabor	8
(*) Le falta gas	7

<u>Formulación comercial</u>	<u>Frecuencia</u>
Color no característico	9
Olor artificial	7
Sabor agradable	6
Sabor artificial	9
Sabor insípido	6
Sabor a naranja	10

Las características reportadas en la formulación experimental; "de falta" (\*), se pudieran deber a que fué una producción anormal industrial a baja escala fuera de programación, donde influyeron aspectos como el tamaño y el espacio entre botellas, corcholatas inajustables, tiempo de llenado inapropiado, etc.

TABLA 6

REFRESCO GASEIFICADO DE TAMARINDO

SABOR	BRIX CORREGIDOS A 20°C	ACIDEZ g CITRICO MONOHIDRATADO POR LITRO DE REFRESCO	CONTENIDO DE CONCENTRADO POR LITRO DE REFRESCO	CARBONATACION VOL. DE CO <sub>2</sub> AL EMBOTELLAR
TAMARINDO	11.30	2.53	1.5 ml Extr. 0.5 ml Sabor natur.	2.5

EXTRACTO BLANDO

% ACIDEZ TITULABLE:

6.982% CLMO AC. CITRICO

7.481% CLMO AC. TARTRICO

AGUA DE EMBOTELLADO

CLORURO:

292 p.p.m. DE CLORURO

SULFATOS:

144 p.p.m. DE SULFATOS

ALCALINIDAD:

502 p.p.m. DE BICARBONATO DE CALCIO

PRODUCTO GASEIFICADO

CUENTA TOTAL BACTERIANA:

100 COLONIAS/ ml (APROXIMADAMENTE)

HONGOS Y LEVADURAS:

0 COLONIAS/ ml

#### 5.4 "Vinos".

Los datos de los azúcares reductores y los grados Brix (ver gráficas: Comportamiento de azúcares reductores por día y Comportamiento de grados Brix por día), durante toda la fermentación hasta el pero de la misma, se expresan en la tabla 7; donde los resultados finales de cada vino de tamarindo caen dentro de las especificaciones encontradas bibliográficamente para considerarseles "vino" dulce, "vino" semidulce y "vino" seco respectivamente.

Los resultados analíticos como producto final de los tres "vinos" elaborados del fruto de tamarindo se muestran en la tabla 8, en esta tabla se observa que las determinaciones de acidez volátil salen de las normas de legislación, evento justificable por el contenido natural elevado de ácido en la pulpa de tamarindo.

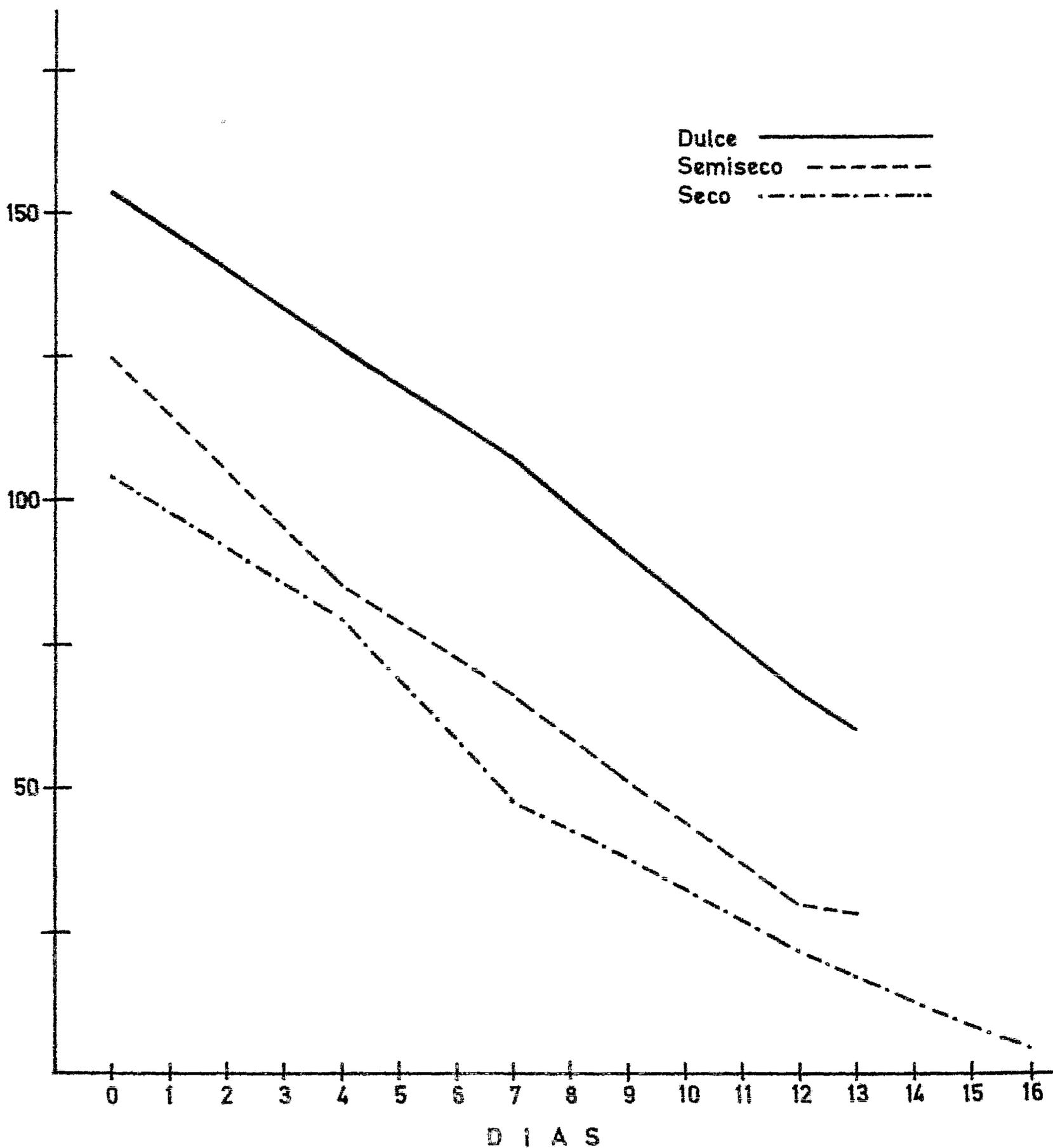
##### 5.4.1 Resultados del análisis sensorial.

I) A nivel conocedores.

##### Observaciones reportadas por los conocedores:

<u>"Vino" dulce</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje</u>
Buen equilibrio azúcar/ácido	3	25.0%
Persiste la influencia de acidez	2	16.6%
Regular retención de sabor tamarindo	1	8.3%
Brillantez: baja	1	8.3%
regular	2	16.6%
alta	9	75.0%
Se consideró buen vino	4	33.3%
Se consideró un vino medio	3	25.0%
Se consideró un vino suficiente	0	0.0%
Se consideró un vino pasable	5	41.6%
Color defectuosa	6	50.0%

# COMPORTAMIENTO DE AZUCARES REDUCTORES POR DIA DE LOS "VINOS" DE TAMARINDO.



# COMPORTAMIENTO DE GRADOS BRIX POR DIA DE LOS "VINOS" DE TAMARINDO.

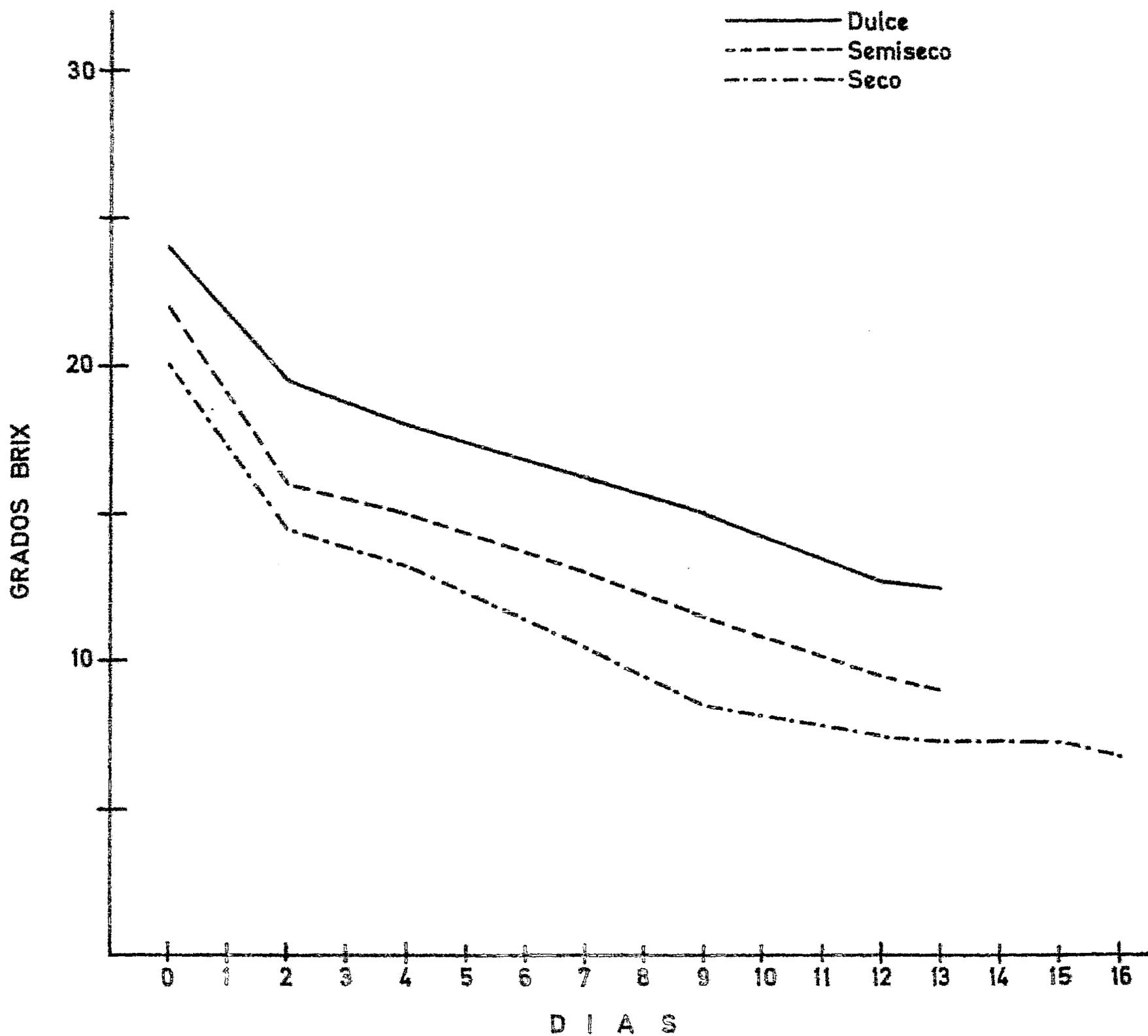


TABLE 7

VINIFICACION  
FERMENTACION ALCOHOLICA

GRADOS INDUSTRIALES

Grados ind. g/l	Iniciales	Cuarto dia	Séptimo dia	Noveno dia	Doceavo dia	Treceavo dia	Catorceavo dia	Dieciséisavo dia
VINO DULCE	153.746	126.572	107.177	90.959	66.667	50.247		
VINO SEMI SECO	125.000	90.000	66.445	51.282	37.000	25.419		
VINO SECO	104.167	79.355	47.733	38.023	21.735		12.987	4.809

GRADOS BRIX

Grados Brix °Bx	Iniciales	Cuarto dia	Séptimo dia	Noveno dia	Doceavo dia	Treceavo dia	Catorceavo dia	Dieciséisavo dia
VINO DULCE	24.00	18.00	16.25	15.00	12.75	10.50		
VINO SEMI SECO	22.00	15.00	13.00	11.50	9.50	8.00		
VINO SECO	20.00	13.25	10.50	9.00	8.25	7.50	7.25	7.00

TABLE 8

VIVIFICACION

DETERMINACIONES PRODUCTO FINAL

	GRADO ALCOHOLICO (G.L.)	ACIDEZ VOLATIL (g/l DE H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	DENSIDAD (CORREGIDA A 20°C)
VINO DULCE	8.375 <sup>D</sup>	5.071	1.027
VINO SEMIDULCE	9.510 <sup>D</sup>	4.750	1.009
VINO SECO	9.575 <sup>D</sup>	2.489	1.003

\*El grado alcohólico que se permite legalmente en los vinos de frutas debe estar entre 6<sup>o</sup> y 10<sup>o</sup> G.L. y se corrige a 20°C por la titulación volumétrica internacional, establecida a dicha temperatura.

\*\*La acidez volátil permitida en el aspecto legal en los vinos de frutas no debe ser mayor de 2 g/l.

\*\*\*La corrección de la densidad a 20°C es un acuerdo vinícola internacional.

<u>"Vino" dulce</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje</u>
Olor avinagrado	4	33.3%
Olor picante	4	33.3%
Olor a lodos	1	8.3%
Sabor fermentado	3	25.0%
Sabor dulce agradable	7	58.3%
Sabor ácido	6	50.0%
Sabor un poco oxidado	2	16.6%
Sabor amargo	3	25.0%
Sabor astringente	5	41.6%

<u>"Vino" semidulce</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje</u>
Muy marcada la acidez	5	41.6%
Aroma extraño a taninos	3	25.0%
Se siente la nota a etanol	3	25.0%
Brillantez: baja	1	8.3%
regular	8	66.6%
alta	3	25.0%
Se consideró buen vino	0	0.0%
Se consideró un vino medio	4	33.3%
Se consideró un vino suficiente	3	25.0%
Se consideró un vino pasable	2	16.6%
Se consideró un vino no pasable	3	25.0%
Color defectuoso	7	58.3%
Olor avinagrado	5	41.6%
Olor oxidado	6	50.0%
Olor picante	6	50.0%
Olor a lodos	2	16.6%

<u>"Vino" semidulce</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje</u>
Sabor fermentado	3	25.0%
Sabor astringente	9	75.0%
Sabor dulce	0	0.0%
Sabor ácido	12	100.0%
Sabor amargo	4	33.3%

<u>"Vino" seco</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje</u>
Le falta aroma (bouquet)	2	16.6%
Es plano, sin cuerpo	1	8.3%
Es verde, probar añejamiento en barricas	1	8.3%
Muy ácido y astringente	5	41.6%
Color muy amarillo	2	16.6%
Le falta mucha brillantez	1	8.3%
Brillantez: baja	2	16.6%
regular	7	58.3%
alta	3	25.0%
Se consideró buen vino	0	0.0%
Se consideró un vino medio	3	25.0%
Se consideró un vino suficiente	1	8.3%
Se consideró un vino pasable	3	25.0%
Se consideró un vino no pasable	5	41.6%
Color defectuoso	8	66.6%
Olor avinagrado	5	41.6%
Olor oxidado	3	25.0%
Olor picante	7	58.3%
Olor a lodos	3	25.0%

<u>"Vino" seco</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Porcentaje</u>
Sabor fermentado	2	16.6%
Sabor astringente	8	66.6%
Sabor endulzado	0	0.0%
Sabor ácido	12	100.0%
Sabor amargo	5	41.6%

Todas las observaciones se pueden considerar para establecer una base para prevenir posibles fallas o defectos de manipulación y ajustar precauciones en la elaboración a nivel laboratorio (con todas sus limitaciones), de los "vinos" con el fruto de tamarindo.

II) A nivel consumidores.

Prueba de signos. Escala hedónica. t de students.

(Xi) "Vino" dulce

(Yi) "Vino" semidulce

No. de signos (+) = 5 No. de veces Xi > Yi

No. de signos (-) = 25 No. de veces Xi < Yi

No. de signos (E) = 0 No. de veces Xi = Yi

T calculada A = 3.57

Grados de libertad B = 29.00

Diferencia entre medias C = 2.00

Aceptabilidad con la prueba t de students de datos apareados para comprobar la hipótesis nula  $H_0: \mu_x = \mu_y$ ;  $H_1: \mu_x \neq \mu_y$  se tiene preferencia por ningún "vino" en particular con respecto al sabor y olor.

Si T calculada > t teórica entonces  $H_0$  se rechaza.

con nivel de significancia = 0.05

66.6%

$t_{\alpha/2}$   
3.57 > 2.49 = rechazado  $H_0$ .

con nivel de significancia = 0.01  
α = 0.0099

$T_c > S_c$   
3.57 > 2.22 RECHAZO  $H_0$

Medias:

"Vino" dulce .-  $\bar{x} = 7.2$  (gusta moderadamente)

"Vino" semidulce.-  $\bar{x} = 5.2$  (ni gusta ni disgusta)

Características reportadas por los consumidores:

<u>"Vino" dulce</u>	<u>Frecuencia</u>
Agradable por ser más dulce	19
Tiene más sabor a tamarindo	7
Agradable por su buen grado alcohólico	3
Agradable por su aroma y sabor	1

<u>"Vino" semidulce</u>	<u>Frecuencia</u>
Sabor astringente (irritante)	9
Sabor amargo	2
Sabor muy ácido	4
Sabor avinagrado	3
Olor agradable	4
No tiene sabor a tamarindo	2
Es desagradable	6

En este análisis por consumidores se descartó la presencia del "vino" considerado como seco porque la fabricación de "vinos" con frutas como el tamarindo llega solamente al nivel de dulce y quizás a semidulce por las características ácidas innatas de dichos frutos, que se deben contrarrestar, y por una serie de experiencias adquiridas de aceptación en el mercado de consumo.

### 5.5 Extracción pectínica de la semilla.

El análisis bromatológico del polvo de semilla cruda sin testa se manifiesta en la tabla 9; donde destaca el resultado de % de almidón (homopolisacáridos), que fué el mayor porcentaje obtenido.

Los resultados de la pectina que se obtuvieron a partir de la semilla de tamarindo se muestran en la tabla 10. La determinación del contenido de metóxil de la pectina extraída es importante, ya que indica (cuantitativamente) y explica la característica gelificante mayor, exhibida por la pectina de semilla sobre las pectinas de frutas. Experimentalmente se ha demostrado que entre más bajo sea el contenido de metóxil en la estructura de las pectinas o derivados mayor será el poder gelificante manifestado.

La técnica para extraer las substancias pectínicas de la semilla fué una combinación de procedimientos encontrados bibliográficamente, que dió como resultado de rendimiento con respecto a la semilla total empleada de 18.69%.

La pectina obtenida fué de color blanco cafésaceo y de características aptas para aplicarse por su estado granular seco.

### 5.6 Determinación técnica de la cáscara.

Los datos del análisis bromatológico y técnico de la cáscara de tamarindo se expresan en la tabla 11, donde se observó que no hay una diferencia significativa entre las cantidades de los porcentajes de taninos en los dos procedimientos experimentales realizados.

TABEL 9

POLVO DE SEMILLA CRUDA SIN TESTA DE TAMARINDO

PROTEINAS	14.9185% DE PROTEINAS
CENIZAS	2.7985% DE CENIZAS
HUMEDAD	8.4371% DE HUMEDAD
ALMIDON	42.8571% DE ALMIDON
MATERIA GRASA	7.3741% DE GRASA

TARLA 10

PECTINA DE POLVO DE SEMILLA CRUDA SIN TESTA DE TAMARINDO

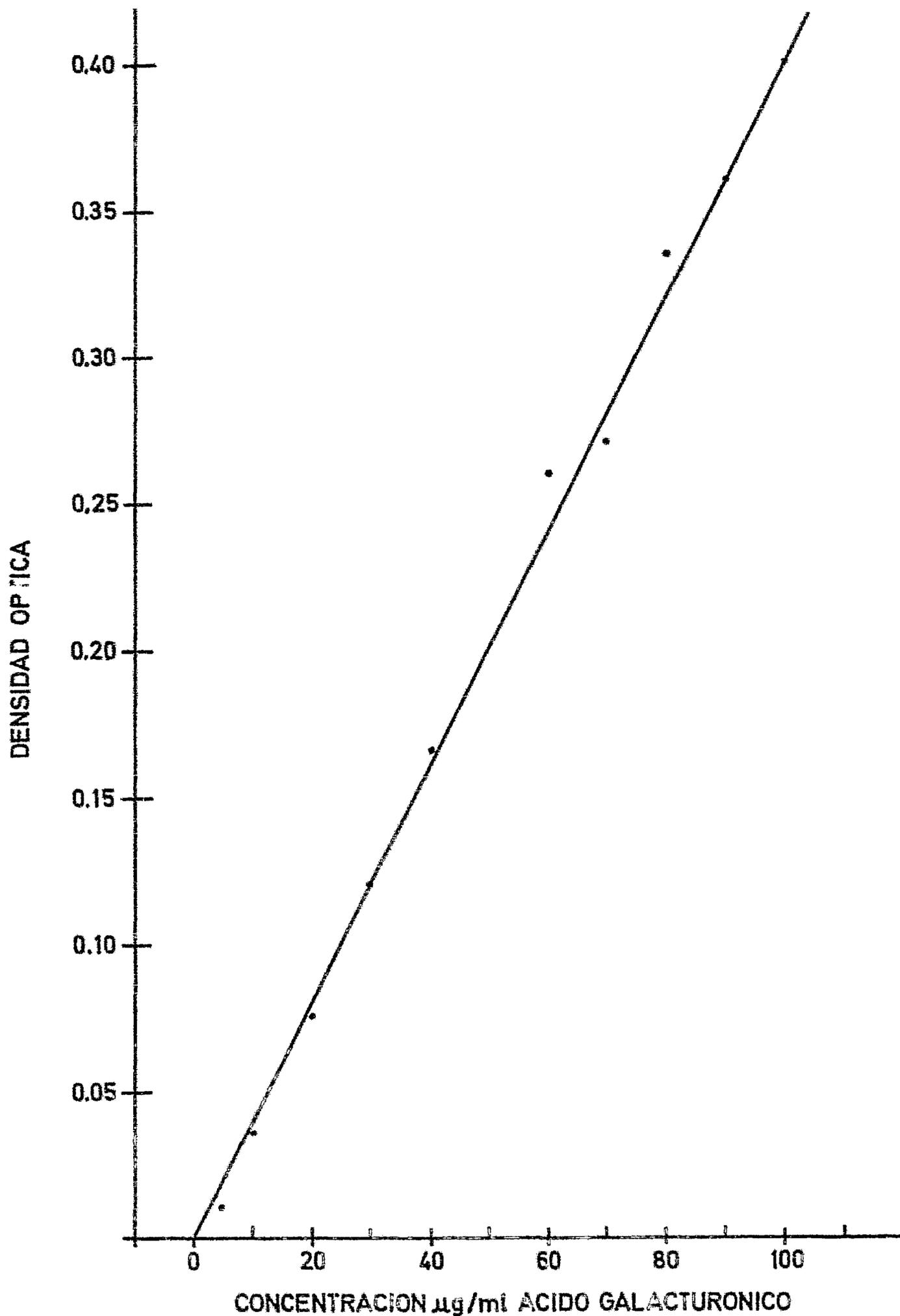
PROTEINAS	1.8769% DE PROTEINAS
HUMEDAD	3.5720% DE HUMEDAD
CENIZAS	1.4842% DE CENIZAS
ALCALINIDAD	1.8120% DE ALCALINIDAD COMO CARBONATOS
CENIZAS	0.4722% DE CENIZAS LIBRE DE CARBONATOS
PESO EQUIVALENTE	647.6454 PESO EQUIVALENTE
METOXIL	3.2985% DE CONTENIDO METOXIL
RENDIMIENTO	18.6900% DE RENDIMIENTO

\* % PECTICO DE RESIDUO 1 = 0.10%

\*\* % PECTICO DE RESIDUO 2 = 5.29%

\*\*\* VER GRAFICO DE DETERMINACION DE % PECTICO

# DETERMINACION DEL PORCENTAJE PECTICO (CURVA ESTANDAR)



ANÁLISIS DE CARBÓN DE TANNINO

% ANILINOS TITULABLES	11.760%
% ACIDEZ TITULABLE	3.949% COMO ACIDO BITARICO
% ACIDEZ TITULABLE	4.232% COMO ACIDO TARTRICO
% DEVIAS	4.310%
% TANNINO (*)	2.200% COMO ACIDO TANNICO
% TANNINO (**)	2.250% COMO ACIDO TANNICO

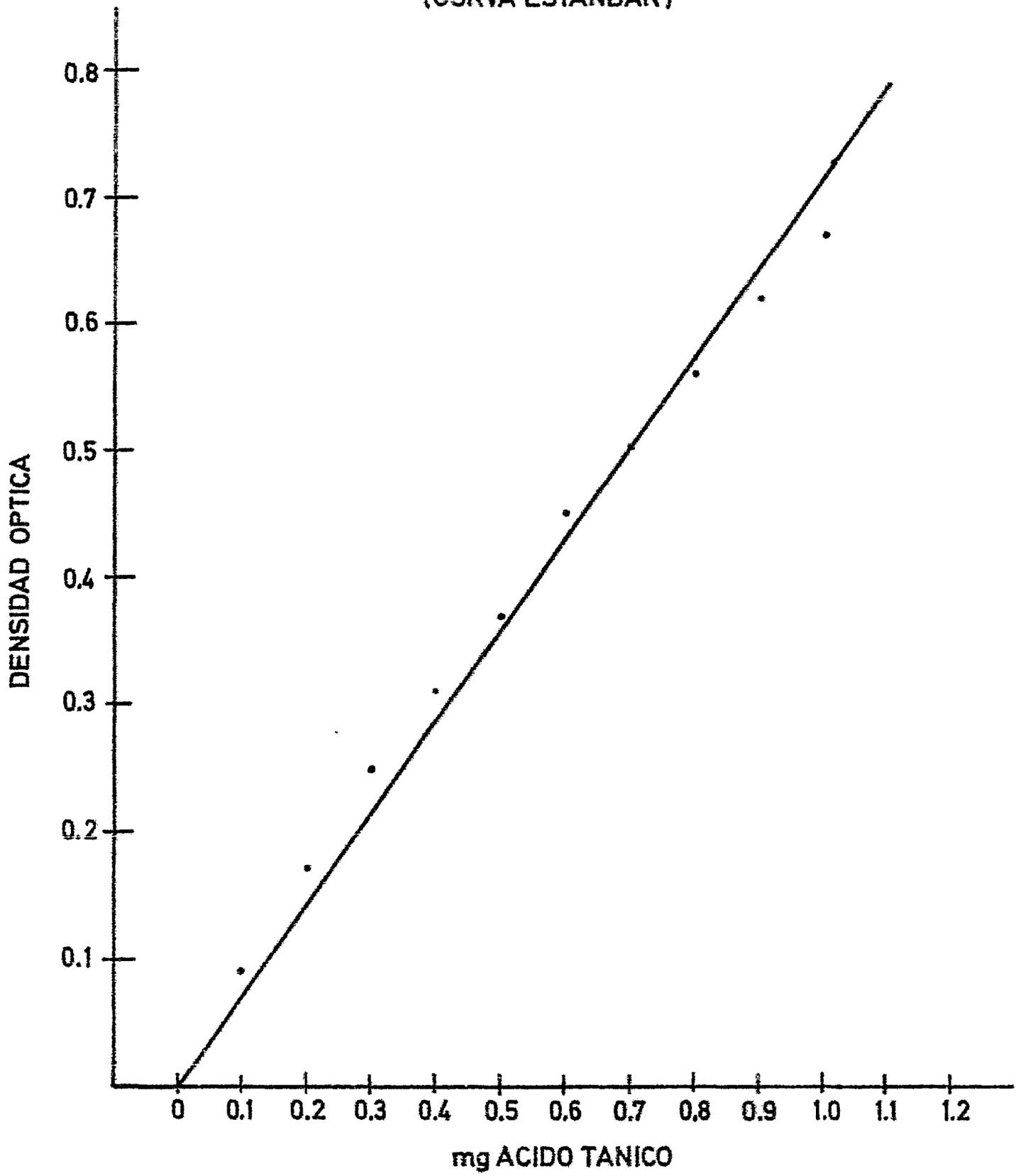
(\*) Procedimiento 1

(\*\*) Procedimiento 2

\*\*\* Ver gráficos de determinación de taninos

# DETERMINACION DE TANINOS

(CURVA ESTANDAR)



## VI. CONCLUSIONES:

Dada la producción de tamarindo en México y los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye que los productos elaborados, extraídos y determinados se pueden reproducir de acuerdo a los siguientes puntos:

6.1 Las condiciones óptimas para la despectinización de la pulpa de tamarindo a pH 2.73 fueron  $40^{\circ}\text{C}$  durante 40 minutos, siéndole necesario después de la filtración una clarificación por medio de un filtrado al vacío al través de tierra de diatomáceas para obtener un jugo completamente clarificado.

El jugo de tamarindo elaborado no presentó ningún cambio aparente de color y de sabor al transcurrir seis meses de almacenamiento a temperatura ambiente, por lo que se deduce que el tratamiento efectuado dió buenos resultados.

6.2 Las proporciones óptimas para la obtención de polvo de tamarindo son: 1 Kg de encapsulante, 1 Kg de agua y 0.3 Kg de extracto blando a  $70^{\circ}\text{C}$  - 70ix. La adición de extracto blando en lugar de pulpa se toma en consideración ya que es una nueva forma de tratar de secar por aspersión premezclas de tamarindo.

Las formulaciones del refresco instantáneo en polvo son fórmulas tentativas propuestas, expuestas a sufrir cambios, siempre y cuando sea para mejorar la aceptación del producto a nivel de preferencia de consumo.

La influencia del contenido mayor de ácido cítrico en la formulación 1 de la bebida en polvo de tamarindo permitió que tuviera mayor aceptación a nivel de gusta ligeramente y fuera estadísticamente diferente a la formulación 2 experimental.

6.3 El desarrollo de la formulación del refresco gasificado de tamarindo estuvo sujeta a parámetros industriales ya establecidos que se basan en la experiencia y la aceptación del consumidor.

La diferencia entre la bebida gasificada experimental y la comercial fue en el sabor aplicado; natural y artificial respectivamente, no obstante las bebidas gustaron igual al observar los resultados de las pruebas sensoriales que determinaron la igualdad estadística de las muestras analizadas. Por lo tanto si se desea tener un producto natural competitivo se necesita

desarrollar y mejorar la fórmula propuesta de comparación elaborada.

6.4 Durante la obtención de los "vinos" es necesario efectuar una dilución de la pulpa de tamarindo al 33.3% con agua, debido a que se requiere de un medio fluido para que la levadura pueda llevar a cabo la fermentación.

Para tener un buen rendimiento de alcohol es necesario añadir azúcar en cantidades suficientes para tener 24%, 22% y 20% en los mostos dulce, semidulce y seco respectivamente.

Durante la fermentación la temperatura se mantuvo a 20-24°C lográndose de esta manera una rápida fermentación, ya que a este intervalo de temperatura se observa una intensa actividad de las levaduras, donde los tiempos que duraron los fermentos fueron; 13 días de "vino" dulce; 13 días "vino" semidulce y 16 días "vino" seco.

El "vino" obtenido con la especificación de dulce fué de un color café brillante completamente traslúcido siendo calificado como un buen "vino" (33.3%) y como "vino" pasable (41.6%) a nivel de gusta moderadamente sobre los "vinos" catalogados como semidulce (con un nivel de ni gusta ni disgusta) y seco ("vino" considerado como no pasable -41.6%-).

Los grados alcohólicos reales finales a 15 grados centígrados de los tres "vinos" elaborados; 8.370° G.L. "vino" dulce, 9.510° G.L. "vino" semidulce y 9.575° G.L. "vino" seco, se pueden considerar como buenos rendimientos de alcohol en este tipo de bebidas, estando estos valores dentro de lo permitido por la legislación alimentaria.

Con respecto a los parámetros de acidez volátil finales en los tres "vinos", éstos salen de las especificaciones legales establecidas, acontecimiento debido a la acidez innata de la pulpa de tamarindo. Por lo anterior se concluye que el "vino" con la denominación de dulce es el mas factible de comercialización ya que enmascara con mayor grado el sabor ácido del "vino".

El producto en polvo (Formulación 1 experimental), el refresco gasificado elaborado y el "vino" dulce obtenidos en el presente trabajo presentaron buenas características tanto físicas como químicas, microbiológicas y organolépticas. Aún cuando no existen normas bien concretas en México para la fabricación de alguno de los productos, se puede decir que todos ellos cumplen con la mayoría de las especificaciones que da la legislación alimen-

taria para productos semejantes a ellos.

6.5 La pectina extraída bajo las condiciones experimentales en este estudio es parcialmente pura, libre de la mayoría de proteínas (1.87%) y fibras y de impurezas solubles en alcohol o agua, dando dicha pectina presentó un rendimiento de 18.65% con respecto a la semilla entera.

Los extractos alcohólicos de pectina fueron estabilizados con 0.4% de benzoato de sodio y 0.14 g de bisulfito de sodio por litro de extracto péctico y secados por aspersión sin encapsulantes.

El polvo péctico mostró un contenido de metóxil de 3.29%, porcentaje que determina a la pectina experimental como de baja metoxilación, calificativo que puede implicar su utilización en la manufactura de mermeladas y azúcares de bajas calorías en presencia de iones de calcio.

6.6 En la determinación de compuestos fenólicos en la cáscara de tamarindo, donde el porcentaje obtenido de ácido tánico fué de 2.25%, el costo de la materia prima es casi nulo por tratarse de un subproducto del fruto y como el ácido tánico se importa a nivel nacional, extraer taninos de esta fuente es factible si se realizan estudios económicos pertinentes y si se efectúan cambios probables para obtener mejores rendimientos desde el punto de vista operacional en la línea de proceso propuesta.

## VII. RECOMENDACIONES

En pruebas realizadas para la despectinización de la pulpa para la obtención del jugo clarificado se observó que los tiempos que se requieren en la clarificación a temperaturas de 35°, 40° y 45°C son de 60, 40 y 30 minutos respectivamente, sin embargo se recomienda no emplear temperaturas superiores a 40°C para prevenir posibles oscurecimientos y cambios en el sabor.

Al centrifugar la pulpa despectinizada se sugiere no usar la velocidad máxima en la escala de la centrífuga intermitente experimental porque se pueden provocar sobrecalentamientos en el equipo y efectos indirectos no deseables en el producto.

Todas las fórmulas tentativas propuestas en este trabajo son sugerencias que se sujetaron a un estudio sensorial para determinar parámetros de aceptación que manifiestan ciertas posibilidades de mantener o establecer en el mercado a los productos elaborados.

En todos los análisis de evaluación sensorial las muestras experimentales se deben presentar a los jueces en forma aleatoria para obtener resultados más confiables y representativos.

En la extracción práctica de semilla como se consideró que gran parte de las proteínas y fibras se separan fácilmente, éstas se podrían emplear en forrajes para ganado por ejemplo.

Se recomienda realizar estudios económicos para completar el desarrollo industrial de las técnicas presentadas en este trabajo para alcanzar un mejor manejo operativo que genere cambios necesarios para obtener mayores rendimientos que permitan su utilización con ventajas competitivas.

III. BIBLIOGRAFIA.

- (1) Anónimo, Recopilación bibliográfica del tamarindo, UNAFRUT S.A.R.H., 1972-1975.
- (2) Comisión Nacional de Fruticultura SARH., (1980-1981), Información personal.
- (3) Morton, P.F., (1956), The tamarind its food, medicinal and industrial uses, Fla. Sta. Hort. Soc., 71:288.
- (4) Parra, S.G., (1976), Propagación vegetativa del tamarindo, Tesis profesional, Esc. Nac. de Agric., Chapingo, México.
- (5) Lefevre, J.C., (1971), Revue de la litterature sur le tamarinier, --- Fruits, 26(16):687.
- (6) Hernández, H.H.V., (1980), Estudios bioquímicos y fisiológicos en pre y postcosecha de la fruta del tamarindo, Tesis de Maestría, UNAFRUT, S.A.R.H., México.
- (7) Girdhari, L., et al., (1958), Utilization of tamarind pulp, Indian -- Food Packer, 12(5):13.
- (8) Lewis, V.S., et al., (1951), Studies on tamarind, Food Sci., 20:43.
- (9) Khan, N.A., et al., (1959), The polysaccharides in tamarind seed kernel, Chem. Ind., 7:1413.
- (10) Kehar, L., (1949), The tamarind seed, Sci. and Cult., 14(12):534.
- (11) Fee, H.R., (1968), Tamarind seed powder, U.S. Patent 5350246, Chem. Abstr., 68(4)14630M.
- (12) Narain, R., et al., (1945), Chemical examination of the seeds of tamarindus indica no pectin in tamarind seeds, Indian J. Agric. Sci., 15:209.
- (13) Savur, G.R., et al., (1955), Utilization of tamarind seed "pectin" - in textil industries, Ind. Text. J., 65:418.
- (14) Bhat, S.S., (1957), Studies on tamarind seeds, J. Sci. and Indus. -- Res., 16A(12):563.
- (15) Lewis, V.S., et al., (1954), Utilization of tamarind, J. Sci. and -- Indus. Res., 13A:284.
- (16) Pitke, P.M., et al., (1977), Studies on tamarind kernel oil II., The Ahm. Text. Ind. Res. Assoc., Vol 2, Nov.
- (17) Pitke., P.M., et al., (1977), Fatty acid composition of tamarind kernel oil I., The Ahm. Text. Ind. Res. Assoc., Vol 1, Jun.

- (18) Rao, M.V.L., et al., (1954), Free amino acids in tamarind pulp, J. - Sci. Ind. Res., 13(8):377.
- (19) Pal, R.N., et al., (1957), Nitrogen metabolism of tamarind indica L., *Physiol. Plantarum*, 20(3):789.
- (20) Lewis, Y.S., et al., (1959), Synthesis of tartaric acid in tamarind leaves, *Cur. Sci.*, 28:152.
- (21) Ranjan, S., et al., (1961), Enzymic conversion of mesotartrate to -- dextrotartrate in tamarind, *Die. Natur. Wiss.*, 48:406.
- (22) Bathia, V.K., et al., (1964), C-glycosides of tamarind leaves, *Cur. Sci.*, 33(19):581.
- (23) Lewis, Y.S., et al., (1964), The real nature of tamarind anthoxan-- thins, *Cur. Sci.*, 33(15):460.
- (24) Sudhorough, A.R., et al., (1920), The tamarind (*Tamarindus indica* L.), *J. Ind. Inst. Sci.*, 3(61).
- (25) Batham, R.S., et al., (1924), Studies of tamarind (*Tamarindus indica* L.), *Agric. Res. Inst. No.* 153.
- (26) Varadarajuyangar, M.P., et al., (1938), Tamarind, *Cur. Sci.*, 6(610).
- (27) Cravioto, R.O., et al., (1951), Composición de Alimentos Mexicanos, *Ciencia*, 11(6):129.
- (28) Lewis, Y.S., (1961), Organic acid metabolism in tamarind leaves, *Cur. Sci.*, 30:381.
- (29) Benero, J.R., et al., (1972), A mechanical method for extracting tamarind pulp., *Univ. Agr. Uni. of P.R.*, 56(2):185.
- (30) Félix, C.J., et al., (1975), Contenido de ác. ascórbico, sodio y potasio en jugos y néctares de frutas, *Arg. La. Nutr.*, 25(3):291.
- (31) Hasan, S.K., (1972), Tamarind, *Sci. and Ind. Pak.*, 9(3/4):131.
- (32) Hernández, M., et al., (1977), Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos, *Inst. Nac. de la Nutr.*, 7a. Ed; México.
- (33) Tressler, D.K., and Joslyn, M.A., (1971), *Fruit and Vegetable Juice Processing Technology*, 2a. Ed; The AVI Publish. Co. Inc., w. Connecticut, U.S.
- (34) Hulme, A.C., (1971), *The biochemistry of fruits and their product*, - Academic Press., London and New York, Vol. 2, U.S.
- (35) Wieland, H., (1972), *Enzymes in food processing and products*, *Food - Processing Review*, No. 23, New Jersey U.S.
- (36) Reed, G., (1975), *Enzymes in food processing.*, Academic Press., N.Y.,

U.S.

- (37) Anónimo, (1979), Flavor facts, Información personal, Brooklyn, New - York, U.S., Sept (9).
- (38) Anónimo, (1978), Bebidas Instantáneas, Información personal, México.
- (39) Zapata, R.J., (1966), Beverages. Soft Drink Bottlers Handbook, All - American Publishers Service, Inc., México, D.F.
- (40) Orange Crush, (1982), Apuntes personales, México, D.F.
- (41) Secretaria de Salubridad y Asistencia, (1961), Legislación Vigente - en Materia de Salubridad y disposiciones conexas., S.S.A., México.
- (42) Maldonado, G., et al., (1975), Wine and Vinegar production from tropical fruits, J. Food Sci., Vol. 40:262.
- (43) Peynaud, E., (1977), Enología Práctica, 2a. Ed; Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- (44) Carbonell, R.M., (1970), Tratado de Vinicultura, Editorial AEDOS, Barcelona, España.
- (45) Arizmendi, E.V., (1977), Vinificación con termotratamiento. Tesis - Profesional., U.A. del Estado de México, México.
- (46) Noguera, P.J., (1974), Enotecnia Industrial., 2a. Ed; Ediciones Dila-gro, Lerida, España.
- (47) Savur, G.R., (1956), Tamarind "Pectin" Industry in India, Chem. and - Ind., 13:212.
- (48) Chakraverti, I.B., et al., (1963), Determination of molecular weight of tamarind kernel polysaccharide, J. Ind. Tech., 1(5):216.
- (49) Nanji, H.R., et al., (1945), Tamarind "Pectin"., Cur. Sci., 14:129.
- (50) Savur, G.R., et al., (1948), Isolation and characterization of tamarind seed, J. Biol. Chem., 172:581.
- (51) Chakraverti, I.B., et al., (1961), Isolation, purification and fractionation of tamarind kernel polysaccharide, Journal Sci. Ind. Res. 20:380.
- (52) Rao, P.S., (1946), A new substitute for fruit pectins, Ind. Export. Trade J., 10(4):120.
- (53) Savur, G.R., et al., (1946), A comparison of the gel setting properties of polyose from tamarind seed with fruit pectins, J. Soc. Chem. Ind. (London)., 67:190.
- (54) Rao, P.S., (1949), Jellies and related products from tamarind seed - kernels, J. Sci. and Indust. Res., 8:354.

- (55) Rangana, S., (1977), Manual of Analysis of Fruits and Vegetables Products, Mc Graw Hill Publishing, New Delhi, Indian.
- (56) Official Method of Analysis., (1970), Association of Official Analytical Chemists, 11a. Ed; págs. 240, Washington, D.C., U.S.
- (57) Folin, O., and Denis, W., (1945), Colorimetric method for determination of fenolic compounds, J. Biol. Chem., 22:305.
- (58) Kramer, H., and Twigg, S.A., (1973), Quality Control for Food Industry, Vol. I Applications, 3a. Ed; Editorial AVI Publishing Co. Inc., W., Conn., U.S.
- (59) Watty, M., (1973), Principios de Análisis, Ed. Univer. Iberoamericana, págs. 220-221, México, D.F.
- (60) Mc Comb, E.A., (1952), Extraction and determination of total pectin materials in fruits, Anal. Chem., 24(12):1986.
- (61) Anónimo, (1978), Cahier de travaux pratiques, Institut d' Enologie, édite Université de Bordeaux, 11., Nov.
- (62) Anónimo, (1976), Office International de la Vigne et du Vin., Recueil des Methodes Internationales d' Analyse de Vins., édite par l' O.I.V., Paris, France.